HIDROPONIA

Manual Práctico

Una guía para *aprender* de forma *rápida*



HIDROPONIA

MANUAL PRÁCTICO

Una guía para aprender de forma rápida

RENE CABEZAS

IiiTAMLab-Laboratorio de Investigación e Innovación Tecnológica en Agricultura Moderna

Agradezco a todos los que hicieron posibles este libro

A Ing. José Gino Aguirre, una persona maravillosa y un maestro quien me ayudó a encaminar desde los inicios en el mundo de la Hidroponía.

A Don Simón Rojas, y su familia, un segundo maestro que me abrió las puertas de su casa para que pueda comenzar a recorrer en el mundo de la Hidroponía

A mis padres, Federico Cabezas y Ángela Albarracín que me trajeron a este mundo tan maravilloso

Y a todos mis socios, colaboradores y clientes que me enseñan a hacerme grandes preguntas.

Mi propósito en este mundo es buscar grandes respuestas para personas que quieran ser grandes.

HOLA

HIDROPONIA

Recomendaciones prácticas y contundentes que debes tomar en cuenta al iniciar Hidroponía, si tomas con mucha seriedad estas mis recomendaciones, casi te garantizo que las cosas te van funcionar a la perfección.

Contenido

#0

LOS 4 “*QUIDs*” DE HIDROPONÍA



#1 Análisis químico del agua y el pH



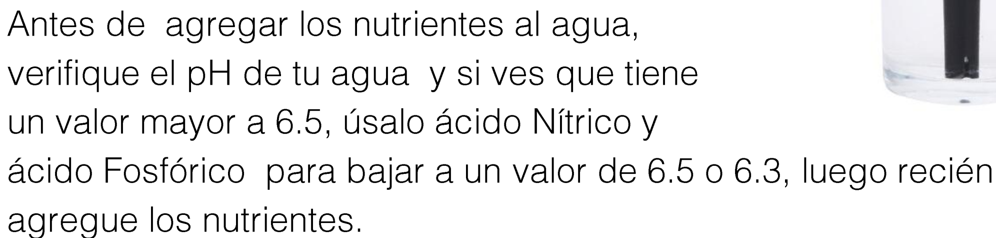
Todo proyecto de hidroponía, debe iniciar con un análisis químico del agua por las siguientes razones

A. conocer la calidad del agua que vas usar AGUA=MATERIA PRIMA.
B. Conocer las concentraciones de minerales y el pH
C. En base a eso puedas hacer una correcta formulación de nutrientes.

#2 pH y el tratamiento del agua



Casi el 90% de las aguas tienen un pH tienden a tener un valor de 6.6 a 8.5.
¿Cómo saber el pH del agua? El laboratorio te va un dato del pH del agua, pero en tu operación de día a día, debes tener un medidor de pH al menos de bolsillo, conseguirlo es fácil y muy práctico de usar y manejar.



Antes de agregar los nutrientes al agua, verifique el pH de tu agua y si ves que tiene un valor mayor a 6.5, úsalo ácido Nítrico y ácido Fosfórico para bajar a un valor de 6.5 o 6.3, luego recién agregue los nutrientes.
Porque a nadie no nos gusta perder el 30% o el 50% de los nutrientes que hemos agregado hayan precipitado o reaccionado en nuestra solución nutritiva.
¿Cómo bajar el pH a 6.5 si mi agua tiene un valor de 7.5 o algo así?

Prepare 10 L de agua, agregue 130 mL de Ácido Nítrico + 10 mL de Ácido Fosfórico, mezcle bien y el resultado es la SOLUCION DIÁCIDA

Poco a poco agregue a tu tanque de agua hasta que el pH baje a 6.5 o 6.3 y recién agregue los nutrientes





No te estoy diciendo que eches de golpe al tanque o los 10 L en una sola tirada, debes hacer con mucho cuidado de poco a poco independiente del tamaño de tu tanque (sea de 100L, 350L, 450L o 1200 L, etc.) Hasta q el pH baje a 6.5 o 6.3.

#3 Formulación de Solución Nutritiva, mezcla y compatibilidad de Sales minerales para preparar Solución Nutritiva



No te preocupes si no dominas hacer las formulaciones de los nutrientes, pida a un técnico,

O búsqueme en YouTube con “Rene Cabezas” o en “www.renecabezas.com” en estas direcciones encontraras paso a paso cómo hacer una formulación de Nutrientes y cómo preparar la Solución Nutritiva

Hoy en dia no existen límites para no hacer. Muevete ya!!!

pero sí es importante que sepas cuáles de los fertilizantes mezclar y cuales no para preparar la solución nutritiva.

#4 Control y monitoreo de Solución Nutritiva: pH y Conductividad Eléctrica (CE)

Una vez que hayas preparado la Solución Nutritiva



pH: Mantener el pH en el rango de 5.5 a 6.5 es crucial para una correcta nutrición de los cultivos.

CE: La CE maneje de acuerdo a los rangos de requerimiento de cada cultivo y caa etapa fisiológica el cultivo, cada tipo de cultivo necesita una concentración de nutrientes diferente.

Por ejemplo para lechuga la CE es de 1.8-2.5 mS/cm, tomate de 1.8 a 3.5 mS/cm.

Para cultivo de tomate

En etapa de crecimiento vegetativo 2.0 a 2.2 mS/cm

En etapa de Floración de 2.2 a 2.5 mS/cm

En etapa de Fructificación 3.3 a 3.5 mS/cm

Cada tipo de cultivo tiene sus propios valores de recomendaciones y tome mucha en cuenta.

¿Cómo controlar el pH y CE?

El pH nunca será estable a lo largo del tiempo, mantenerlos se vuelve un reto, más cuando uno recién está iniciando

Bajar el pH en la SN: agregar solución Diácida poco a poco hasta que llegue a un valor de 6.5 como máximo y mínimo 5.5

“No te olvides que el pH del agua siempre tiene que iniciar en 6.5 para preparar la SN”

Subir el pH en la SN: pocas veces será necesario que subas el pH de la Solución Nutritiva, por agregar en exceso los ácidos o un descuido, subirlo puedes hacer con Hidróxido de Sodio (NaOH) hasta el valor máximo de 6.5 .

Subir EC de la SN: Agregando más Nutrientes (Solución Concentrada A, B y C).

Bajar EC en SN: Agregando más agua, bajará la Concentración de los nutrientes

No te hagas líos es tan claro como el siguiente ejemplo

¿Cómo saber si mi taza de café está muy dulce o aún falta azúcar?

Simple, pruebas ¡Falta azúcar! y echas unas cuantas cucharadas más y se vuelve dulce.

Pero la cosa te salió al revés, ahora tu té es muy dulce ¡Canallas! Pusiste mucha azúcar ahora te toca a ir por más agua, la única forma de hacer q sea menos dulce tu té.

Ahhh… ¿pero cómo llevar este ejemplo a Hidroponía?

Fácil, probaste el té y faltaba azúcar y pusiste más cucharadas de azúcar para que sea más dulce, en hidroponía eso significa que la CE estaba muy baja y tienes q agregar más nutrientes para que suba la CE,

En caso 2, muy dulce el té, muy dulce, para diluirla echaste más agua, en hidroponía eso significa que la concentración de nutrientes es alta y tienes que colocar más agua para bajar la CE.

Pero tu taza de té puedes probar y saber si falta o no el azúcar, la Solución Nutritiva no puedes hacerlo, así que, necesitas tener un medidor de Electro conductividad (Conductivímetro)

#1

RIQUEZA Y PUREZA DE LOS FERTILIZANTES HIDROSOLUBLES PARA FERTIRRIEGO Y HIDROPONIA



Para correcta nutrición de los cultivos, al momento de hacer formulaciones de nutrientes y para luego preparar las soluciones nutritivas, debes tomar en cuenta la riqueza y pureza de sales minerales o fertilizantes.

1. RIQUEZA de los fertilizantes
   La riqueza de los fertilizantes indica la cantidad de nutrientes que aporta el fertilizante, los cuales por norma o ley llevan porcentajes de riqueza en el mismo valor, pueden existir variaciones mínimas.



Por ejemplo el Fosfato monoamónico (MAP)

tiene la siguiente riqueza

N 12.0%
Nitrógeno en forma de Amonio (N-NH4+) 12.0% o 12.0 gr de (N-NH4+)
P2O5 61.0%
Fosforó disponible (P) 26.84% o 26.84 gr de P

Interpretando: cada 100 gr de fertilizante Fosfato Monoamónico (MAP) sólo aporta 12.0 gr de Nitrógeno amoniacal y 26.84 gr de fósforo, lo restante es materia inerte.

El P no está puro, está en forma de penta óxido de difosforo.
Para encontrar Fosforo puro el 61.0% P2O5 multiplicar por el FC 0.44 y así se obtenemos 26.84% de P.

FERTILIZANTES	FÓRMULA	PORCENTAJE DE RIQUEZA	RIQUEZA DEL ELEMENTO
Nitrato de Potasio	KNO3	13.0% (N-NO3), 45% K2O	13.0 gr (N-NO3) y 37.35 gr K
Nitrato de Calcio	(NO3)2Ca	14.4% (N-NO3),1.1%(N-NH4+) 26% CaO	14.4 gr (N-NO3); 1.1gr (N-NH4) 18.46 gr Ca.
Fosfato Monoamónico	NH4H2PO4	12.0% (N-NH4), 61% P2O5	12.0 gr(N-NH4); 26.84gr P
Sulfato de Magnesio	MgSO4	16% MgO, 13% S	13.0 gr S; 9.6 gr Mg
Nitro-S	S*NH4NO3	32%Nt ;11%S; 2% K2O ; 1% P2O5	17.0gr(N-NH4) ;13.0 gr (N-NO3) y 11.0 gr S; 0.44 gr P ; 1.6 gr K
Sulfato de Potasio	K2SO4	50%K2O y 18%S	41.50 gr K; 18.0 gr S
Ácido Bórico	H3BO3	52% B2O5	17,18 gr B
Sulfato de Manganeso	MnSO4	33% Mn ; 28% SO_4	33.0 gr Mn; 9,24gr S
Sulfato de Zinc	ZnSO4	29% ZnO ; 36% S	23.22gr Zn; 36.0gr S
Sulfato de Cobre	CuSO4	25%Cu ; 13% S	25.0grCu ; 13.0gr S
Quelato de hierro (EDDHA-6%Fe)	EDDHA	6%Fe	6.0 gr Fe
Molibdato de amonio	(NH4)6Mo7O24	54%Mo	54.0gr Mo

Los fertilizantes anteriormente descritos, son los más usados en territorio boliviano, los cuales cubren en un 98% para todos los cultivos en Hidroponía y fertirriego , si en caso que no encontrase los fertilizantes descritos se puede reemplazar por uno o varios del siguiente cuadro.

Otros fertilizantes hidrosolubles, opcionales para reemplazar alguno del Cuadro 1, si en caso que no se encontrasen.

FERTILIZANTES	FÓRMULA	PORCENTAJE DE RIQUEZA	RIQUEZA DEL ELEMENTO
Fosfato di amónico (cristalizado y soluble)		18.0% (N-NH4); 53% P2O5	18.0 gr (N-NH4); 23.0 gr P
Fosfato Amónico Nítrico (posee sedimentos)	(PO4)NH4NO3	30%Nt y 6% P2O5	15.0gr. (N-NH4); 15.0 gr (N-NO3); 2.6 gr P
Molibdato de sodio	Na2MoO4	39%Mo	39.0gr Mo
Borax	Na2B4O7. 10H2O	38.04 % B2O3	12.6 gr B
Triple Fosfato de Calcio	Ca(H2PO4)2*H2O	46% P2O5 ; 20% CaO	20.2gr P; 14.3gr. Ca
Cloruro de Potasio	ClK	47,67% K ; 41,12% Cl ; 8,75% (SO4)-2	47.7 gr K ; 41.1 gr Cl; 2.0gr.S

2. ¿Cómo convertir de P2O5 a P? , ¿De K2O a K?, ¿De MgO a Mg? o ¿Viceversa de Mg a MgO?

Factores de conversión del compuesto a forma elemental viceversa.

VALOR	NUTRIMENTO		Resultado	VALOR	NUTRIMENTO		Resultado
1	P	P_2O_5	2.29	1	P_2O_5	P	0.44
1	P	H_2PO_4	1.38	1	H_2PO_4	P	0.72
1	K	K_2O	1.20	1	K_2O	K	0.83
1	Ca	CaO	1.40	1	CaO	Ca	0.71
1	Mg	MgO	1.66	1	MgO	Mg	0.60
1	S	SO_4	3.00	1	SO_4	S	0.33
1	B	B_2O_3	3.22	1	B_2O_3	B	0.33
1	Cu	CuO	1.25	1	CuO	Cu	0.80
1	Fe	Fe_2O_5	1.43	1	Fe_2O_5	Fe	0.70
1	Mn	MnO	1.29	1	MnO	Mn	0.77
1	Mo	MoO	1.50	1	MoO	Mo	0.67
1	Zn	ZnO	1.24	1	ZnO	Zn	0.80

3. Impureza de los fertilizantes

Todos os fertilizantes de venta libre en el mercado, no son al 100 por 100 puras, contienen materias inertes, tales como partículas de arcilla, arena y limo, los cuales no aportan ningún nutriente. Así pues, es preciso que en los sacos de fertilizantes aparezca el porcentaje de pureza dado con un análisis garantizado. Algunos de los porcentajes de pureza de los fertilizantes más comunes se encuentran en la siguiente cuadro.

Pureza de los fertilizantes hidrosolubles

FERTILIZANTE	% PUREZA
Nitrato de Calcio	96.0
Nitrato de Potasio	95.0
Fosfato Monoamónico	95.0
Sulfato de Magnesio	95.0
Sulfato de Potasio	95.0
Fosfato Mono Potásico	98.0
Sulfato de amonio	94.0
Ácido Bórico	99.6
Sulfato de Manganeso	95.0
Sulfato de Zinc	95.0
Sulfato de Cobre	95.0
Molibdato de Amonio	99.0
Molibdato de Sodio	99.6
Quelato de Hierro EDDHA-6%Fe	98.0

Fuente: Resh, Howard M.; Huanca, C. y elaboración propia

Si en caso no encuentres consulte a la tienda o a la empresa que le vendió

Aunque la mayoría de los fabricantes de fertilizantes indican que la pureza de sus productos es de 95 a 99% puro, pues para garantizar la nutrición de las plantas prefiero hacerlo al 95% de pureza.

Cada vez que utilices un fertilizante nuevo, verifique la riqueza y pureza, puede existir pequeñas variaciones entre las diferentes marcas.

#2

MEZCLA Y COMPATIBILIDAD DE LOS SALES MINERALES (FERTILIZANTES)

En Hidroponía, y en fertirriego se usan varios tipos de fertilizantes, fuente de nutrientes para preparar la Solución Nutritiva.

En 3 grandes grupos clasificamos los fertilizantes, entre ellos no son compatibles, no se pueden mezclarse en el mismo recipiente al momento de preparar las soluciones concentradas.

Los fertilizantes FOSFATADOS(Fosfato monoamónico, fosfato onopotásico, fosfato diamónico, etc.) no mezclar con los fertilizantes SULFATADOS (Sulfato de potasio, sulfato de magnesiom sulfato de manganeso, sulfato cobre, etc.) tampoco el NITRATO DE CALCIO con Quelato de Hierro

Fertilizantes que llevan anión SULFATO

Sulfato de magnesio

Sulfato de potasio

Sulfato de magnesio

Sulfato de manganeso

Sulfato de cobre

Sulfato de zinc

Sulfato de Magnesio

Fertilizantes que llevan anión FOSFATO

Fosfato monoamónico

Fosfato di amónico

Fosfato de potasio

¿Qué ocurre al mezclar el nitrato de calcio con fertilizantes fosfatados con fertilizantes sulfatados?

El nitrato de calcio, reacciona con fósforo, formando fosfato de calcio, el calcio reacciona con azufre, formando sulfato de calcio (Yeso), al igual el fosforo reacción con Hierro, formando fosfato de hierro, fosfato de cobre, fosfato de manganeso,

Al hacer una mezcla incorrecta de los anteriores fertilizantes en la solución madre o concentrada ocurren precipitaciones y eso genera taponamiento de goteros en sistemas de riego por goteo, al ocurrir precipitaciones ocurre deficiencias de nutrientes en la planta al no estar disponible en la solución nutritiva.

Al momento de preparar la solución concentrada, separe en 3 grandes grupos,

Solución concentrada A

Solución concentrada B

Solución concentrada C

Todos los fertilizantes descritos en la siguiente lista se pueden mezclar en la misma Solución Concentrada, ahora no todos los sales minerales necesariamente tienes que usar, dependerá mucho de la disponibilidad y el requerimiento del cultivo

SOLUCION CONCENTRADA “A”

Nitros-S o Fosfato Amónico Nítrico.

Nitrato de Potasio.

Fosfato Mono Amónico (MAP).

Fosfato Mono Potásico.

SOLUCION CONCETRADA B

Sulfato de Magnesio.

Sulfato de Potasio

Ácido Bórico

Sulfato de Manganeso

Sulfato de Cobre

Sulfato de Zinc

Molibdato de Amonio

Quelato de Hierro (EDDHA-6%Fe)

SOLUCION CONCENTRADA “C”

Nitrato de Calcio

Cuadro. Compatibilidades generales de mezcla de fertilizantes

30/7/2016 Fuentes

COMPATIBILIDADES GENERALES DE MEZCLA

	NITRATO POTASICO	NITRATO CALCICO	NITRATO AMONICO	FOSFATO MONOPOTASICO	FOSFATO MONOAMONICO	SULFATO POTASICO	NITRATO MAGNESICO	SULFATO MAGNESICO
NITRATO POTASICO		COMPATIBLE	COMPATIBLE	COMPATIBLE	COMPATIBLE	COMPATIBLE	COMPATIBLE	COMPATIBLE
NITRATO CALCICO	COMPATIBLE		COMPATIBLE	INCOMPATIBLE	INCOMPATIBLE	INCOMPATIBLE	COMPATIBLE	INCOMPATIBLE
NITRATO AMONICO	COMPATIBLE	COMPATIBLE		COMPATIBLE	COMPATIBLE	COMPATIBLE	COMPATIBLE	COMPATIBLE
FOSFATO MONOPOTASICO	COMPATIBLE	INCOMPATIBLE	COMPATIBLE		COMPATIBLE	COMPATIBLE	INCOMPATIBLE	INCOMPATIBLE
FOSFATO MONOAMONICO	COMPATIBLE	INCOMPATIBLE	COMPATIBLE	COMPATIBLE		COMPATIBLE	INCOMPATIBLE	INCOMPATIBLE
SULFATO POTASICO	COMPATIBLE	INCOMPATIBLE	COMPATIBLE	COMPATIBLE	COMPATIBLE		COMPATIBLE	COMPATIBLE
NITRATO MAGNESICO	COMPATIBLE	COMPATIBLE	COMPATIBLE	INCOMPATIBLE	INCOMPATIBLE	COMPATIBLE		COMPATIBLE
SULFATO MAGNESICO	COMPATIBLE	INCOMPATIBLE	COMPATIBLE	INCOMPATIBLE	INCOMPATIBLE	COMPATIBLE	COMPATIBLE	

Dadas las variables que pueden influir sobre la compatibilidad de algunas mezclas, se ha optado por presentar una tabla de compatibilidades general, ya que este contexto no es el adecuado para exponer todas las consideraciones a realizar en cada caso. Es por esta razón que, por ejemplo, la mezcla entre fosfatos y sales de magnesio se ha presentado como incompatible cuando, en la práctica agronómica, en determinadas condiciones y para rápido consumo es la habitualmente realizada.

#3

GUÍA COMPLETA DE PREPARACIÓN DE SOLUCIONES NUTRITIVAS

GUÍA PARA LA PREPARACIÓN DE SOLUCIONES CONCENTRADAS

MODO DE PREPARACIÓN DE SOLUCIÓN CONCENTRADA A, B y C.

Una vez que tengamos el juego de sales pesados o adquiridos en sachet seguir los siguientes pasos



SOLUCIÓN CONCENTRADA A

Modo de preparación de solución concentrada A en 5.0 Litros
Contiene
Nitrato de Potasio (A1)

Fosfato monoamónico (A2)

Nitro-S (A3)

En un recipiente (balde) eche 3.0 litros de agua y vacíe el contenido del sobre A1 (Nitrato de potasio) y agite hasta quede disuelto completamente.



En un jarra con un volumen de 1 litros de agua vacíe el contenido del sobre A2 (Fosfato Monoamónico) y agite cuidadosamente hasta que se disuelva completamente.



En una tercera jarra con en 0.5 Litros de agua disuelva el contenido del sobre A3 (Nitro-S) y agite cuidadosamente hasta quede disuelto completamente



Una vez que los tres fertilizantes A1, A2 y A3, se encuentran disueltos, júntelos en un recipiente , vuelva agitar hasta que haya una mezcla homogénea, y agregar agua hasta completar un volumen final de **CINCO litros** (5L).



Vacie la solución concentrada A en un recipiente con tapa para luego almacenar en un lugar fresco y oscuro



SOLUCIÓN CONCENTRADA B

Preparación de solución concentrada B en 5.0 Litros

Contiene

Sulfato de magnesio (B1)

Sulfato de potasio (B2)

Quelato de hierro (B3)

Micronutrientes (B4)

En un recipiente eche 1,5 litros de agua vacíe el contenido del sobre B1 (Sulfato de magnesio) y agite vigorosamente hasta quede disuelto



En el segundo recipiente eche 2.5 litros de agua y vierta el contenido del sobre B3 (Sulfato de potasio) y agite vigorosamente hasta quede completamente disuelto.



En una jarra con 0.5 Litros de agua vacíe el contenido del sobre B3 (Quelato de hierro) y agite cuidadosamente hasta quede completamente disuelto



En otra jarra vacíe el contenido del sachet o sobre B4 (micronutrientes líquido).



Una vez que se haya disuelto completamente juntar todos los fertilizantes (B1, B2, B3 y B4) en un recipiente de 5.0 Litros, y si es que falta complete a 5.0 litros de volumen final



Vacie en un recipiente o en un bidón con tapa para luego almacenar en un lugar fresco y oscuro



SOLUCIÓN CONCENTRADA C (

Modo de preparación de solución concentrada B en 5.0 Litros

Contiene

Nitrato de calcio (C1)

En un recipiente agarre 3.0 litros de agua y eche el contenido C1 y agite cuidadosamente hasta que quede completamente disuelto. Una vez disuelto complete a un volumen de 5.0 L (cinco litros)



Vacie el contenido en un recipiente o en un bidón con tapa para luego almacenar en un lugar fresco y oscuro



MODO DE USAR LA SOLUCIONES CONCENTRADAS PARA PREPARAR LA SOLUCIÓN NUTRITIVA EN HIDROPONÍA

Antes de usar agite las soluciones concentradas A, B y C, previamente los tres están almacenados en recipientes por separado.

Las tres soluciones concentradas son para preparar 1,000.0 litros de Solución Nutritiva. (También se puede preparar para mayores volúmenes)

Entonces

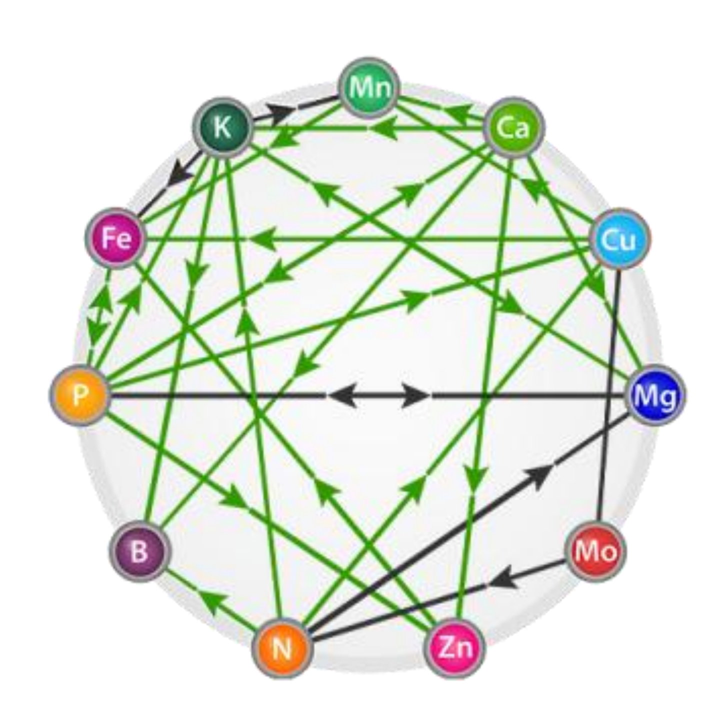
¿Cuantos litros o mL vamos a usar para preparar 500.0 L de solución nutritiva? ¿O para preparar 250.0 L o 100.0 L?

Siga el ejemplo del siguiente cuadro, es proporcional

SOLUCION CONCENTRADA	**Para 1000 Litros**	**Para 500 litros**	**Para 100 litros**	**Para 10 litros**
A	**5L**	**2.5L**	**0.5L**	**50mL**
B	**5L**	**2.5L**	**0.5L**	**50mL**
C	**5L**	**2.5L**	**0.5L**	**50mL**

#4

RANGOS MAS COMUNES DE NUTRIENTES O MINERALES EN PPM PARA HIDROPONÍA



A la hora de formularlos nutrientes existen varias preguntas

¿Cuáles son los rangos umbrales de mínimo y máximo de concentración de nutrientes para usar en hidroponía?

¿Cuáles son las concentraciones óptimas de los minerales?

En el Cuadro se describen los rangos umbrales de los minerales en la solución nutritiva según varios autores, nutrientes esenciales y no esenciales en agua y solución nutritiva.

Elemento	Formas Iónicas Absorbidas por la planta	Rango Común (ppm = mg/l)
Nitrógeno	Nitrato (NO_3^-), Amonio (NH_4^+)	150-250
Fósforo	$H_2PO_4^-$, PO_4^{3-}, HPO_4^{2-}	30-80
Potasio	Potasio (K^+)	200-400
Calcio	Calcio (Ca^{2+})	120-200
Magnesio	Magnesio (Mg^{2+})	30-80
Azufre	Sulfato (SO_4^{2-})	50-200
Hierro	Fe^{2+}, Fe^{3+}	0.8-6.0
Cobre	Cobre (Cu^{2+})	0.08-0.3
Manganeso	Manganeso (Mn^{2+})	0.5-2.0
Zinc	Zinc (Zn^{2+})	0.1-0.6
Molibdeno	Molybdato (MoO_4^{2-})	0.01-0.15
Boro	BO_3^{2-}, $B_4O_7^{2-}$	0.2-0.6
Cloruro	Cloro (Cl^-)	<75
Sodio	Na^+	<50
Bicarbonatos	$HCO3^-$	<50

Fuente: Furlani, P.; Rodriguez, A.; Sela,G.; Hidalgo,C.

Concentraciones optimas de nutrientes en ppm=mg/L para diversos cultivos en cultivo hidropónico

Elemento	Símbolo	Lechuga	Rúcula/berro/albahaca
		Estado/Cultivo	Estado/Cultivo
		Crec. Veget	Crec. Veget.
		ppm= mg/L	
Nitrógeno	N-NO3. N-NH4+ (7-15%)	240	190
Fosforo	P	40	40
Potasio	K	240	220
Calcio	Ca	180	150
Magnesio	Mg	45	50
Azufre	S	70	70
Hierro	Fe	1	2
Manganeso	Mn	0.5	1
Boro	B	0.5	0.5
Zinc	Zn	0.15	0.15
Cobre	Cu	0.15	0.1
Molibdeno	Mo	0.05	0.05

Fuente: Rene Cabezas (2017)

Elemento	Simbolo	Tomate			Pepino		
		Estado/Cultivo			Estado/Cultivo		
		Crec. Veget	Florac.	Fructific.	Crec. Veget.	Florac.	Fructific.
		ppm= mg/L					
Nitrógeno	N-NO3. N-NH4+ (7-15%)	195	175	200	190	180	210
Fosforo	P	45	60	65	40	60	60
Potasio	K	220	250	350	220	270	300
Calcio	Ca	150	170	180	150	150	150
Magnesio	Mg	45	45	45	45	45	45
Azufre	S	70	80	80	70	85	90
Hierro	Fe	1	2	2	1	2	2
Manganeso	Mn	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Boro	B	0.5	0.7	0.7	0.5	0.7	0.7
Zinc	Zn	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Cobre	Cu	0.1	0.15	0.15	0.1	0.15	0.15
Molibdeno	Mo	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05

Fuente: Carlos Hidalgo-Universidad Científica del Sur

Elemento	Símbolo	Berenjena			Pimiento		
		Estado/Cultivo			Estado/Cultivo		
		Crec. Veget.	Florac.	Fructific.	Crec. Veget.	Florac.	Fructific .
		ppm= mg/L					
Nitrógeno	N-NO3. N-NH4+ (7-15%)	195	175	195	190	180	190
Fosforo	P	45	60	65	45	65	65
Potasio	K	220	300	380	220	300	350
Calcio	Ca	150	170	185	150	170	185
Magnesio	Mg	45	45	45	45	45	45
Azufre	S	70	85	90	70	90	90
Hierro	Fe	1	2.5	2.5	1	2.5	2.5
Manganeso	Mn	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Boro	B	0.5	0.7	0.7	0.5	0.7	0.7
Zinc	Zn	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Cobre	Cu	0.1	0.15	0.15	0.1	0.15	0.15
Molibdeno	Mo	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05

Fuente: Carlos Hidalgo-Universidad Científica del Sur

Elemento	**Símbolo**	**Frutilla**	
		Estado/Cultivo	
		Crecimiento Vegetativo	Floración y Fructificación
		ppm= mg/L	
Nitrógeno	N-NO3. N-NH4+ (7-15%)	180	170
Fosforo	P	45	50
Potasio	K	260	320
Calcio	Ca	160	170
Magnesio	Mg	50	50
Azufre	S	70	70
Hierro	Fe	2	2.5
Manganeso	Mn	1.0	1.0
Boro	B	0.8	1.0
Zinc	Zn	0.2	0.25
Cobre	Cu	0.2	0.25
Molibdeno	Mo	0.08	0.10

Fuente: Alfredo D. Rodríguez-Universidad Agraria La Molina

#5

ANÁLISIS QUÍMICO DEL AGUA

CONTROL Y MONITOREO DE SOLUCIÓN NUTRITIVA



ANALISIS QUÍMICO DEL AGUA

En Hidroponía, cuanto mejor la calidad del agua menos problemas tendremos de deficiencias o fitotoxicidad. El AGUA es la MATERIA PRIMA.

Tipos de análisis de agua

Existen tres tipos de análisis de agua

ANÁLISIS QUÍMICO

Cantidades de nutrientes (Na, N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, B, Mn, Zn, Cu,…)

Para conocer los resultados del análisis, enviar r el agua a los laboratorios que realizan análisis químico.

ANÁLISIS BIOLÓGICO

Coliformes fecales, patógenos y otros.

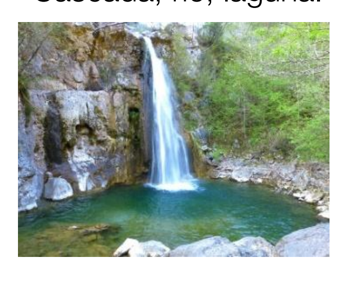
ANÁLISIS FÍSICA

Turbidez (materiales en suspensión)

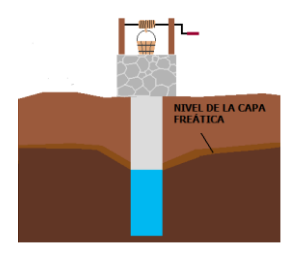
Para Hidroponía la más recomendada es el análisis químico del agua, la composición mineralógica del agua, con la cual estamos trabajando y base a este resultado hacer una correcta formulación de los nutrientes.

FUENTES DE ORIGEN DEL AGUA

Aguas superficiales: Cascada, rio, laguna.



Aguas subterráneas: Aguas de pozo



Aguas tratadas



Aguas de lluvia:



AGUA SUPERFICIALES

Cuanto más superficial mayor variabilidad a lo largo del año, mayor influencia del clima y mayor influencia del hombre, uno debe tener mucho cuidado al momento de usar en hidroponía.

AGUA SUBTERRÁNEAS

Son aguas, cuya composición mineralógica son más estables a lo largo del tiempo, más recomendable para uso en Hidroponia. Así mismo reducimos las necesidades de Análisis Biológico y Análisis Físico.

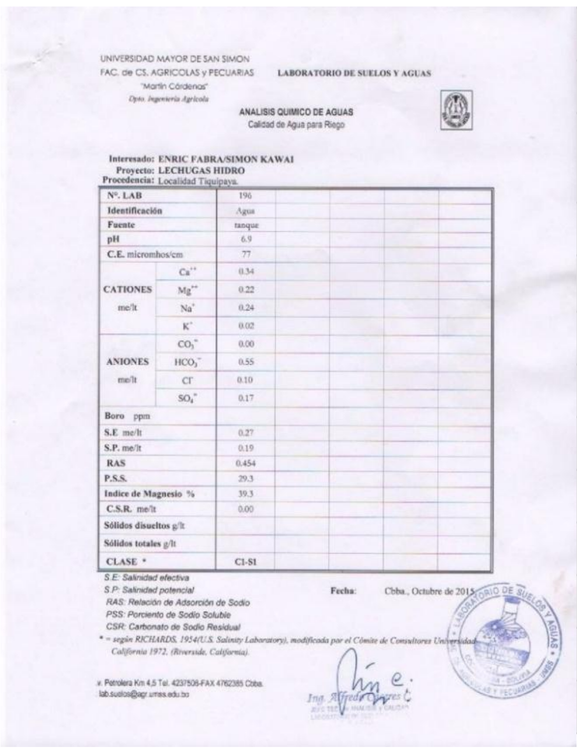
AGUAS TRATADAS

Son aguas con pH tratado y con minerales eliminados, y con cloro eliminado, por ejemplo las aguas que son embotelladas.

AGUA RECOLECTADA DE LLUVIA

Lluvia ácida, (Ácido sulfúrico, Acido carbónico) una opción para el futuro

PARAMETROS MÍNIMOS A PEDIR ANALISIS QUÍMICO DEL AGUA EN LABORATORIOS.



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN SIMON
FAC. de CS. AGRICOLAS y PECUARIAS
"Martin Cárdenas"
Dpto. Ingeniería Agrícola

LABORATORIO DE SUELOS Y AGUAS

ANALISIS QUIMICO DE AGUAS
Calidad de Agua para Riego

Interesado: ENRIC FABRA/SIMON KAWAI
Proyecto: LECHUGAS HIDRO
Procedencia: Localidad Tiquipaya.

Nº. LAB		196				
Identificación		Agua				
Fuente		tanque				
pH		6.9				
C.E. micromhos/cm		77				
CATIONES me/lt	Ca^{++}	0.34				
	Mg^{++}	0.22				
	Na^{+}	0.24				
	K^{+}	0.02				
ANIONES me/lt	$CO_3^{=}$	0.00				
	HCO_3^{-}	0.55				
	Cl^{-}	0.10				
	$SO_4^{=}$	0.17				
Boro ppm						
S.E me/lt		0.27				
S.P. me/lt		0.19				
RAS		0.454				
P.S.S.		29.3				
Indice de Magnesio %		39.3				
C.S.R. me/lt		0.00				
Sólidos disueltos g/lt						
Sólidos totales g/lt						
CLASE *		C1-S1				

S.E: Salinidad efectiva
S.P: Salinidad potencial
RAS: Relación de Adsorción de Sodio
PSS: Porciento de Sodio Soluble
CSR: Carbonato de Sodio Residual
* = según RICHARDS, 1954(U.S. Salinity Laboratory), modificada por el Cómite de Consultores Universidad California 1972, (Riverside, California).

Fecha: Cbba., Octubre de 2015

v. Petrolera Km 4,5 Tel. 4237508-FAX 4762385 Cbba.
lab.suelos@agr.umss.edu.bo

PARÁMETROS A MEDIR	
pH	
Conductividad Eléctrica	CE
Calcio	Ca
Magnesio	Mg
Potasio	K
Sodio	Na
Cloro	Cl
Carbonatos	CO3
Bicarbonatos	HCO3
Sulfatos	SO4
Boro	B
Hierro	Fe

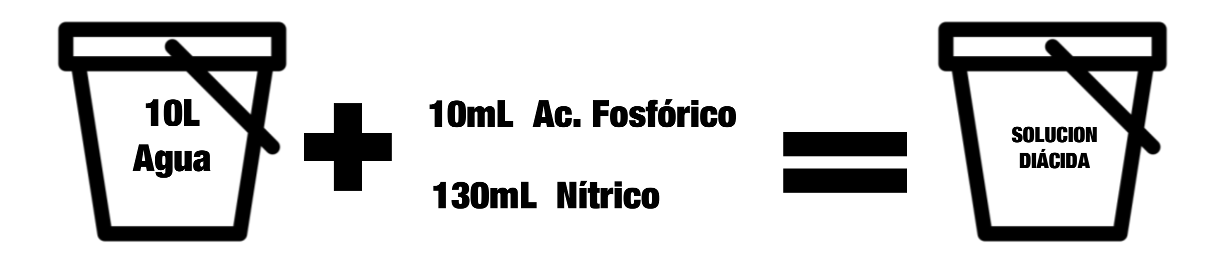
PARÁMETROS DE MEDIDA

a. pH

El agua normalmente posee un pH entre 6.6 a 8.5. Si posee un valor menor a 6.5 ¡Genial! Pero no todos tenemos la suerte de contar con agua con un pH de 6.5 o menor

Un pH elevado indica que el agua es alcalina, para usar en hidroponia tenemos que bajar a 6.5 o 6.3 con los ácidos.

Prepare un solución Diácida: 130.0 mL ácido nítrico + 10.0 mL ácido fosfórico prepare en 10.0L de agua y poco a poco eche al tanque del agua (tanque donde se prepare la Solución Nutritiva).



Tenga mucho cuido al manipular los ácidos por dos razones:

1ro. Puedes quemarte y siempre eche el ácido al agua y no al revés.

2do ten cuidado al momento de echar la solución diácida al tanque, cuidado de bajar bruscamente el pH. Subirlo será otra historia.

En el siguiente cuadro se muestra la reacción que ocurre cuando se hace el tratamiento del agua. Los carbonatos y bicarbonatos al entrar en contacto con los ácidos reaccionan formando ácidos carbónicos y estos a la vez en dióxido de carbono, la cual se volatiliza.

Bicarbonato

$$H_3O^+ + HCO_3^- \Rightarrow H_2CO_3 + H_2O$$
$$H_2CO_3 \Rightarrow H_2O + CO_2$$
$$H_3O^+ + HCO_3^- \Rightarrow 2\ H_2O + CO_2$$

Carbonato

$$H_3O^+ + CO_3^{2-} \Rightarrow HCO_3^- + H_2O$$
$$H_3O^+ + HCO_3^- \Rightarrow H_2CO_3 + H_2O$$
$$H_2CO_3 \Rightarrow CO_2 + H_2O$$
$$2\ H_3O^+ + CO_3^{2-} \Rightarrow 3\ H_2O + CO_2$$

b. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (CE)

La conductividad eléctrica mide la concentración total de minerales disueltos en el agua.
Las unidades de medición son mili Siemens/cm (mS/cm) o deciSiemes/cm (dS/cm).
Los rangos de salidad del agua son
< a 0.5 mS/cm----------- agua no salinia
0.5 a 1.0 mS/cm----------agua de baja salinidad
1.0 a 1.5 mS/cm----------agua ligeramente salina
> a 1.5 mS/cm--------agua salina.

Una excelente agua es aquella agua que tiene una CE menor a 1.0 mS/cm, aguas con valores de EC superiores a 1.0 o 1.5 mS/cm aptos para cultivos resistentes a la salinidad.

c. SODIO (Na).

Presencia de Sodio (Na) en forma de Cloruro de Sodio (NaCl), concentraciones mayores a 50 ppm pueden causar fitotoxicidad en los

cultivos, por lo tanto presencia debe ser tomada en cuenta, sea renovando completamente en la mitad del cultivo. (Lechuga, fresa,..).

Las plantas se adecuan a la acumulación gradual del sodio (Na), la lechuga con 100 ppm de Sodio y el tomate con concentraciones superiores a 250 ppm sin observar sin ningún efecto negativo.

Concentraciones altas de Sodio compiten con Potasio (K), Calcio (Ca) y Magnesio (Mg). Parte de Sodio (Na) es absorbida en lugar de Potasio (K) a concentraciones bajas de K. llegando a causar fitotoxicidad como las quemaduras de las hojas.

d. CLORUROS (Cl)

Los niveles de Cloro recomendados aceptables es de 70.0 ppm. Una forma de eliminar el Cloro es creando efecto ducha o pulverizando el agua en gotas menudas. Cloro,un gas volátil.

e. BORO (B)

El Boro (B) niveles apropiados de B es de 0.3 a 0.7 ppm.
Concentraciones superiores a 0.7 ppm puede causar fitotoxicidad en algunos cultivos.
Las plantas al igual que con Na se adecuan a la acumulación gradual de B hasta 1.5 ppm B o mayores a este valor, si presentar ningún efecto negativo en su desarrollo.

f. CARBONATOS (CO3=)Y BICARBONATOS (HCO3=)

Agua con niveles de bicarbonatos entre 10 a 70 ppm no causaran ningún efecto en la solución Nutritiva.
Valores superiores a 70 ppm deben hacerse un tratamiento con ácidos (ácido nítrico, ácido fosfórico o ácido sulfúrico). Un agua con pH elevado es debido a la presencia de carbonatos y bicarbonatos. Una elevada concentración generará formación de precipitados con Ca. Fe, Mn y Zn en la Solución Nutritiva.

#6

CONTROL Y MONITOREO DE SOLUCIÓN NUTRITIVA

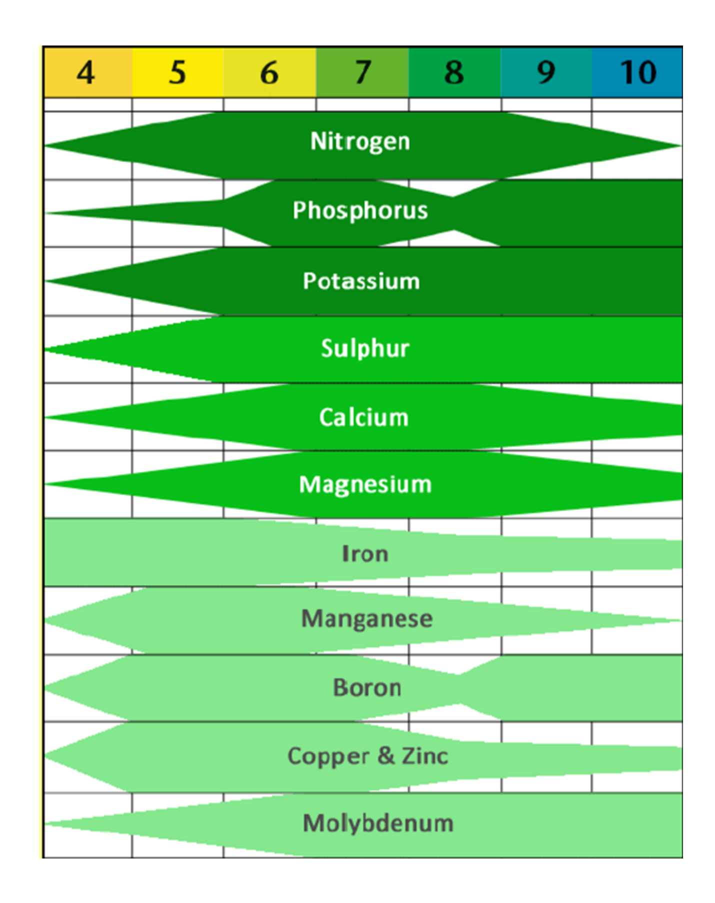
VALORES RECOMENDADOS DE pH y EC

La Solución Nutritiva es el líquido vital para lograr una producción exitosa en hidroponía a diferencia del suelo.

Conocer la calidad del agua, hacer una correcta formulación de nutrientes para cada cultivo y etapa fisiológica del cultivo, manejar el pH y EC en los rangos adecuados es la COLUMNA VERTEBRAL en Hidroponía, para lograr resultados excelentes.

pH

pH, uno de los parámetros importante a considerar en la absorción de nutrientes en la solución nutritiva. La mayor parte de los nutrientes muestran su máxima disponibilidad dentro del intervalo de 5.5 a 6.5 en el pH.



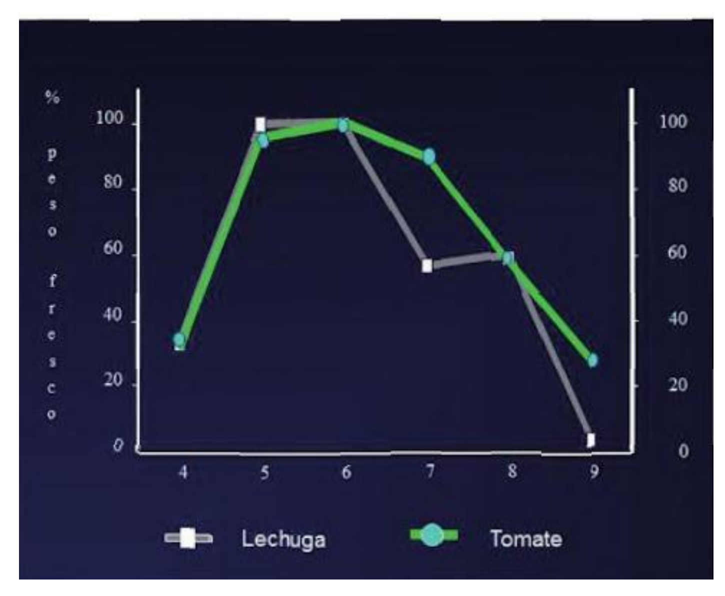
Disponibilidad de los nutrientes en función del pH del medio radical.

pH DE LA SOLUCIÓN NUTRITIVA

En la figura se muestra la perdida de producción en dos cultivos de hortalizas cuando nos alejamos del rango del pH óptimo. Es importante mantener el pH en rango de 5.5 a 6.5 la zona radicular o la zona rizósfera en todo cultivo. (Tanto si se trata de cultivos en agua o cultivos en sustrato).

El pH nunca permanecerá constante en la Solución Nutritiva dado las siguientes condiciones

A. Plantas en pleno desarrollo absorben más Aniones que Cationes, es decir, absorben más nitratos (NO3-) y menos potasio (K), calcio (Ca) y el pH tiende a subir.
B. Plantas en plena producción absorben más Cationes que Aniones, es decir, absorben más potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg) que nitratos (NO3-), por lo tanto el pH bajará.



En la siguiente figura se muestra el crecimiento de 2 cultivos en función del pH de la Solución Nutritiva. Basado en A. Johnson (1942).



pH de la Solución Nutritiva mayor a 6.5. Para garantizar una máxima absorción de nutrientes, obligatoriamente el pH tiene que ser bajada a 6.5 máximo y mínimo 5.5.



pH regulada (rango óptimo) después de haber sido regulada con ácidos (solución diádica) de la Solución Nutritiva.

CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (CE)

CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA DE LA SOLUCIÓN NUTRITIVA

La Conductividad Eléctrica (CE) mide la concentración de minerales o nutrientes disueltos en la solución nutritiva, pueden ser expresadas en unidades de “Siemens” con los diferentes prefijos mS/cm (mili Siemens/cm), dS/m (deciSiemens/m), uS/cm (microSiemens/cm), etc.

La unidad más común es **mS/cm**



Algunos autores prefieren hacerlo en “ppm” (Partes Por Millón), más conocido como TDS, mide los Sólidos Totales Disueltos en Solución Nutritiva.

Existe un factor de conversión para llevar de CE a TDS y/o viceversa. Multiplique por **640**.

CE		Factor	TDS (ppm)
1.8		640	1 152
2.4		640	1 536

En muchos cultivos los requerimientos nutriciones ya se encuentran tabuladas

Pero existen factores que influyen en el valor como ser:

Temperatura, intensidad lumínica, radiación, calidad del agua, en aguas con baja salinidad inferiores a 0.8 mS/cm manejar en los siguientes rangos recomendados, pero siempre ten en cuenta los factores descritos anteriormente.

VALORES RECOMENDADOS DE pH Y CE EN LOS DIFERENTES TIPOS DE CULTIVOS Y SEGÚN LA ETAPA FISIOLÓGICA

Considere siempre que la CE del agua a usar actualmente tenga una EC < a 0.8 mS/cm

CULTIVO DE LECHUGA



pH mínimo: 5.5
CE mínimo: 1.5 mS/cm

CE máximo: 2.4 mS/cm
pH máximo: 6.5

CULTIVO DE TOMATE

Etapa Crecimiento Vegetativo



CE mínimo: 2.0 mS/cm
CE máximo: 2.2 mS/cm

Etapa Floración



CE mínimo: 2.2 mS/cm
CE máximo: 2.5 mS/cm

Etapa Fructificación



CE mínimo: 3.3 mS/cm
CE máximo: 3.5 mS/cm

Rango de pH ideal para las tres etapas de desarrollo: 6.0 a 6.5

CULTIVO DE FRUTILLA

Etapa Crecimiento Vegetativo



CE mínimo: 1.8 mS/cm
CE máximo: 1.9 mS/cm

Etapa Floración y Fructificación



CE mínimo: 2.0 mS/cm
CE máximo: 2.2 mS/cm

Rango de pH óptimo de Solución Nutritiva en las tres etapas:
5.5 a 6.5

CONTROL Y MONITOREO DE pH Y CE DE SOLUCION NUTRITIVA

El control y monitoreo de la Solución Nutritiva difiere en sistema recirculante y en sistema de sustrato inerte.

CONTROL Y MONITOREO DE PH Y CE EN SISTEMAS RECIRCULANTES







CONTROL Y MONITOREO DE pH

En los sistemas recirculante la Solución Nutritiva debe monitorearse diariamente.

- Si el pH es mayor a 6.5 use el ácido nítrico y/o ácido fosfórico para bajarlo. Solución Diácida.

- Si el pH es inferior a 5.5, lo más recomendable para subir el pH es Hidróxido de potasio (KOH), por elevado costo que tiene, puede reemplazar por el hidróxido de sodio (NaOH).
- Evite pasar o acercarse a los limites críticos de pH en la Solución Nutritiva 4.0 y 7.0 por debajo del 4.0 se generan quemaduras de las raíces y por encima de 7.0 se generan precipitaciones de minerales causando deficiencia en la nutrición del cultivo.

Manipule cuidadosamente los ácidos y las bases son corrosivas, use guantes de goma y siempre eche el ácido al agua y no al revés.

CONTROL Y MONITOREO DE ELECTROCONDUCTIVIDAD (CE)

Si la CE es menor a 1.5, aumentar la solución nutritiva concentrada (A, B y C), las 3 en la misma proporción.

Si la CE es mayor a lo requerido aumentar más agua, así bajará la concentración de nutrientes en la Solución Nutritiva.

CONTROL Y MONITOREO DE PH Y CE EN CULTIVOS EN SUSTRATO

En cultivos en sustrato, la solución nutritiva no regresa al sistema de reservorio. El manejo del pH y EC es más sencillo, se hace en el momento del preparado de la Solución Nutritiva.





El problema viene cuando la CE aumenta el sustrato de mangas y/o macetas, pero controlar es fácil, evitar que el sustrato se salinifique, cual afecta severamente al desarrollo y rendimiento del cultivo.

Al menos 1 día se debe regar con sólo agua, de hecho con agua tratada (con pH 6.5-6.3) y los 6 días restantes regar agua con nutrientes (Solución Nutritiva) Por simple lógica, la CE saliente del sustrato debe ser menor que la CE entrante en las mangas de sustrato, se supone que las plantas están absorbiendo los nutrientes. Pero en la realidad no es así.



Por la aplicación continua de la Solución Nutritiva, existe acumulación de sales minerales como sodio (Na), bicarbonatos (HCO3=), cloro (Cl), sulfatos (SO4=) y algunos minerales que la planta no las absorbe.

¿COMO CONTROLAR LA SALINIDAD?

Con la ayuda de una jeringa extraiga la solución nutritiva de las mangas de sustrato o en mejor de los casos, obtenga la solución nutritiva drenada y verificar el pH y la CE.



El rango de aceptabilidad de CE de la solución saliente es de 0.5 a 1.0.

Ejemplo: la CE de la solución nutritiva que entra por riego goteo es 3.5 mS/cm y si la CE saliente es de 4.5 mS/cm rápidamente se debe hacerse lavado del sustrato.

El pH del sustrato no debe exceder más de 6.8. Sin embargo los rangos de pH óptimos son de 5.5 a 6.5.

El lavado del sustrato se hace con sólo agua (sin nutrientes) hasta que la CE saliente sea igual o inferior al valor de la CE entrante a las mangas de sustrato.

Los rangos permisibles de drenaje de las mangas de sustrato es de 8 a 10%, caso superiores a este valor ya se genera pérdidas de Solución Nutritiva.

HIDROPONIA

¿QUÉ ES HIDROPONÍA?

Existen muchos conceptos o definiciones de hidroponía para cada autor, pero definiremos con nuestras propias palabras:

La Hidroponía es una Técnica de cultivar plantas sólo en agua, el suelo es reemplazado por un material llamado “sustrato”. Los nutrientes que necesita la planta para crecer, florecer y fructificar se da directamente en el agua, en forma de sales minerales o fertilizantes, las cuales son formuladas y balanceadas en base al análisis químico del agua y de acuerdo al requerimiento de cada cultivo y etapa de crecimiento o fisiológica del cultivo.

Las técnicas de cultivo en Hidroponia son:

SISTEMAS RECIRCULANTES

Un sistema más para la producción de hortalizas de hoja



SISTEMA NFT (Técnica de cultivo con Flujo Laminar de Nutriente)



RAIZ FLOTANTE



SISTEMA MIX (Una combinación de Sistema NFT y Raíz Flotante)

El Sistema NFT y Sistema MIX son las más usadas para producciones comerciales, mientras que el sistema de RAIZ FLOTANTES es más adecuado para hacer pruebas o ensayos de investigación o producciones a una escala mucho más pequeña.

CULTIVO EN SUSTRATO

Un sistema adecuado para la producción de hortalizas de fruto



HIDROPONÍA EN EL MUNDO

Del total de producción de hortalizas en Sistema Hidropónico

El 90% ocupa el sistema de riego por goteo en sustrato, sea en sustrato inerte u orgánico, el sustrato más utilizad es fibra de coco, seguido por lana de roca, arenilla con gravilla y cascarilla de arroz y otros sustratos en menor proporción como perlita, vermiculita, arcilla expandida.





Cultivo de tomate en sustrato de Lana de Roca





Cultivo de tomate en sustrato de Fibra de Coco



Cultivo de tomate en sustrato de 50% arenilla y 50% gravilla



Producción de espinaca en sustrato de arenilla con riego por goteo "fertirriego"



Cultivo de frutilla en sustrato de 70% cascarilla de arroz +30%arenilla

Del total de producción de hortalizas en Sistema Hidropónico

SÓLO EL 7% DE LOS PRODUCTORES CULTIVAN EN SISTEMA RE CIRCULANTE

El sistema recirculante es más apto para hortalizas de hoja (Lechuga, rúcula, berro, albahaca, acelga, apio, cilandro, achicoria, etc y entre otras hortalizas de hoja).

El sistema recirculante puede ser un Sistema NFT (Nutrient Film Techniqué), traducido al español Técnica de Cultivo con Flujo Laminar de Nutriente) y sistema MIX que es un sistema más usada en Bolivia, Perú y algunos productores en Latinoamérica y el mundo, una mezcla entre sistema NFT y Raíz Flotante.

¿CUALES SON LAS PRINCIPALES DIFERENCIAS ENTRE UN SISTEMA NFT y un SISTEMA MIX? SISTEMA MIX más usado en Bolivia.

SISTEMA NFT	SISTEMA MIX
• 1.0 a 8.0% pendiente del tubo de cultivo • Frecuencia de riego más frecuente (10.0 minutos riego/10.0 minutos apagado o 10.0 minutos riego/20 minutos apagado). • Longitud del canal de cultivo 6.0 a 8.0 m	• 0.0% pendiente del tubo de cultivo • Frecuencia de riego cada hora (15.0 minutos riego/45.0 minutos apagado). • No sobre pasar de 12.0 m climas templadas y frías (ideal 8.0 m)





Cultivo de Albahaca (Izq.) y cultivo de fresa (Der.) en sistema NFT)





Cultivo de lechuga en sistema recirculante: Sistema MIX

Del total de productores en Hidroponía, sólo el 3% cultiva en sistema de Raíz Flotante: Un sistema muy económico, fácil de iniciar que no necesita mucha tecnología de inversión.



¿VENTAJAS DE HIDROPONIA?

Incrementa la producción en 20 a 70%

Ahorra hasta un 50% en costos de los fertilizantes

Reducción en aplicación de fungicidas e insecticidas en 0% hasta 15%

Ahorro sustancial del agua de 80% a 92%

Evitamos residuos y protegemos el medio ambiente.

Se puede cultivar todo el año (dentro invernadero), independiente de factores climáticos.

Cuadro comparativo de rendimiento en producción suelo y en Hidroponía

CULTIVO	SUELO		HIDROPONÍA	
	Plantas/m2	Rendimiento (Ton/ha)	Plantas/m2	Rendimiento (Ton/ha)
Fresa Papa Tomate	5.0 4.0 6.0	10.0-12.0 15.0-20.0 30.0-40.0	10.0-16.0 6.0-8.0 2.0-3.0	60.0-80.0 60.0-70.0 150.0-200.0
	Plantas/m2	Rendimiento (Docenas/ha)	Plantas/m2	Rendimiento (Docenas/ha)
Lechuga	6.0	5,000.0	25.0	20,000.0

Fuente: Rodríguez A. 2014

Una planta de lechuga consume por día de 75.0 a 100.0 mL/día equivalente a 4.0 a 5.0 litros en todo su ciclo en comparación al suelo se requiere regar de 50.0 a 60.0 litros de agua para producir la misma cabeza de lechuga.





En agricultura convencional se necesita regar de 100.0 a 300.0 litros de agua para producir 1.0 kg de tomate mientras que en hidroponía el mismo kg de tomate es producido con 15.0 a 20.0 litros de agua.

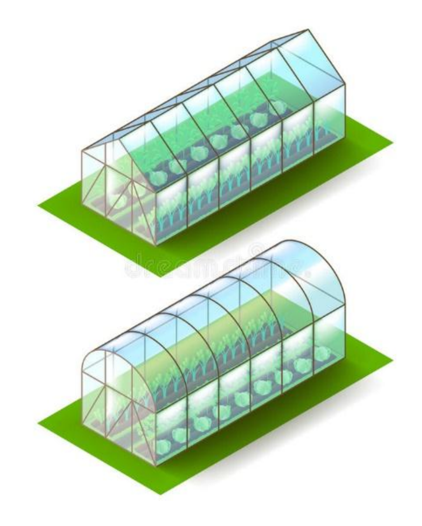
Lo holandeses ya llegaron hasta 4.0 L de agua por kg de tomate.

Los rendimiento en tomate es de 18.0 a 25.0 kg/ m2 en sistema Hidropónico

En comparación en agricultura convencional va de 2.5 a 4.0 Kg/m2.



Hidroponía es la agricultura de las ciudades. No necesita suelo, produce en espacios sobre cemento, patios, terrazas, espacios que no serían aptos para cultivar.



La producción es bajo invernadero: Producción todo el año, no necesita rotación del cultivo. Uno tiene el control de todos los factores climáticos.

SUSTRATOS

¿QUÉ ES UN SUSTRATO?



Un sustrato es todo material diferente al suelo, tiene cumplir sólo 3 roles principales.

1rp. Capacidad de retener agua y ceder a la planta cuando la necesita

2do. Capacidad de almacenar oxígeno y ceder a la planta cuando la necesite

3ro. El primer y segundo rol se cumpla en todo el ciclo del cultivo.

Claro de hecho tiene que ser un sustrato del lugar, de bajo costo de adquisición, que no libere sustancias tóxicas, etc.

Clasificación de los sustratos.

CLASIFICACIÓN	EJEMPLO	
I. Materiales Inorgánicos (minerales)	Arena, arenilla, roca volcánicas, perlita, arcilla expandida	
II. Materiales Orgánicos	II.1 De origen natural	Turbas
	II.2 De origen síntesis	Espuma poliuretano, poli estireno expandido
	III.3 Residuos y subproductos de diferentes actividades de producción y consumo	Cascarilla de arroz Fibra de Coco Aserrín

TIPOS DE SUSTRATOS



ARENILLA DE RIO
Posee capacidad de retención de agua hasta 56% (Diámetro recomendado 0.5 a 2.0mm)



PERLITA
Capacidad de retención de humedad hasta 63%, con una excelente capacidad de aireación



ARCILLA EXPANDIDA
Buena capacidad de aireación pH neutro, ideal para orquídeas.



LANA DE ROCA
Roca especial fundida a 1600 °C y enfriado a 200°C.
Capacidad de retención de humedad hasta un 78%



FIBRA DE COCO
Químicamente muy estable y excelente estabilidad del pH 6.3 a 6.5
Capacidad de retención de humedad hasta un 57%.



CASCARILLA DE ARROZ
Baja retención de humedad, hacer fermentar 21.0 días antes de usar y su capacidad de retención de humedad aumenta hasta un 40%.

ASERRÍN
Ideal para climas secos y templados
Capacidad de retención de humedad hasta un 54% (Aserrín libre resina y taninos, quitarlo antes de usar como sustrato)



OTROS MATERIALES USADOS COMO SUSTRATO EN HIDROPONIA



Espuma fenólica



Espuma Poliuretano



Roca volcánica

Un buen sustrato debe tener una mezcla de partículas entre 0.2mm a 2.0mm La selección del material se hace tamizando utilizando tamices o mallas de diferentes aperturas.

MEZCLA DE SUSTRATOS

La mezcla de 2 a más sustratos para mejorar las características de oxigenación, y retención de agua).

ITEM	PROPORCIONES MEZCLA DE SUSTRATOS
1	50% Arenilla + 50 % Grava
2	70% Arenilla + 30% Cascarilla de Arroz.
4	30% Arenilla + 70% Cascarilla de Arroz.
5	50% Arenilla + 50% Cascarilla de Arroz
6	65% Arena gruesa de rio +35% Cáscara de Arroz.
7	70% Tierra vegetal +30% Arena Fina
8	50% Tierra vegetal +50% arena fina
9	65% Grava + 35% Musgo

Fuente: Elaboración propia

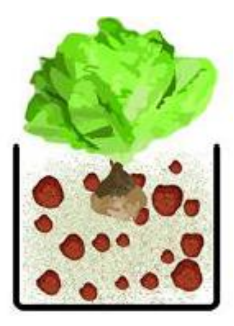
RECOMENDACIONES DE MEZCLA DE SUSTRATOS PARA ALGUNOS CULTIVOS



Plantas de porte alto como ají, tomate, berenjena, pimiento, etc.
Arena fina 50%
Grava 50%



Raíces como zanahoria, rábanos betarraga, nabo, etc.
Arena fina 80%
Grava 20%



Plantas de porte mediano o pequeño, como lechuga, acelga, cilantro, perejil, etc.
Arena fina 60%
Grava 40%

Fuente. Paqui, L. 2014

CULTIVO EN SUSTRATO

Lo sustratos con diámetro menor a 0.5mm son aptos para producción de almácigos



Almácigo de lechuga en Sustrato de 100% arenilla.



Almácigo de lechuga en 50% tierra vegetal +50% arena fina.





Almácigo de tomate en 50.0% arena fina +50.0 % tierra vegetal cernida o tamizada.

Sustratos con diámetro de 0.5 a 2.0mm son aptos para siembras y trasplantes definitivos.





Producción de tomate en 50% arenilla + 50% gravilla



Producción de acelga en sustrato de arena fina 80% y 20% grava (10-15mm).



Producción derabanito en 60% arena fina +40% grava

MANEJO DE LOS SUSTRATOS INERTES (Arenilla y/o gravilla)

Los sustratos de arenilla y/o gravilla antes de ser usados deben ser seguir los siguientes pasos antes de ser utilizados como sustrato.



Sustrato nuevo (recién comprado)



Sustrato ya usado (Etapa final del cultivo en sustrato inerte)

Antes de usar o después de haber sido usado el sustrato debe ser Lavado de 6.0 a 8.0 veces con agua antes de sembrar o trasplantar el nuevo cultivo. En sustratos usados existe acumulación de sales minerales como Sodio (Na), bicarbonatos (HCO_3^-), carbonatos ($CO_3^=$), sulfatos ($SO_4^=$) y algunos nutrimentos que la planta no ha absorbido.

Sustratos usados tienen que ser desinfectados con Lavandina o Hipoclorito de Sodio al 1.0% (10.0mL lavandina/ 1.0Litro de agua o 1.0L lavandina por cada 100 Litros de agua).

PROCESO DE USO DEL SUSTRATO PARA CULTIVO DE TOMATE EN HIDROPONÍA





Lavado Tamizado





Embolsado en mangas de 100cmx30cm. Plástico de 80 micrones





Pintado de mangas con pintura Látex blanco, para repelar radiación del sol.





Trasplante definitivo de plantines de tomate a mangas de sustrato
Volumen ideal del sustrato 15.0 Litros/planta.

¿CÓMO SE HACE EL MANEJO DE UN SUSTRATO ORGÁNICO?

El sustrato más común usado es la cascarilla de arroz y también aserrín (Usar aserrín que no libere resina y/o taninos).





Cascarilla de arroz



Aserrín de

La cascarilla de arroz, por su baja capacidad de retención de humedad debe ser remojada (fermentada) antes de ser usado durante 3 a 4 semanas

Luego de haber realizado la fermentación, realizar desinfección con Hipoclorito de Sodio o lavandina al 1% (1Litro de Lavandina por cada 100 Litros de agua o 10mL Lavandina/ 1L agua) durante 24 horas remojar y enjuagar hasta que pierda el olor a lavandina y recién utilizar como sustrato.

También puede ser desinfectado en vapor de agua (ver métodos de desinfección del sustrato).





Cascarilla de arroz después de haber sido fermentado y desinfectado en vapor de agua (ver métodos de desinfección)





Proceso de mezcla de sustrato de arenilla y cascarilla de arroz

TOMATE= 70% Arenilla + 30% Cascarilla de arroz

FRESA= 70% Cascarilla de arroz + 30% Arenilla





MÉTODOS DE DESINFECCIÓN DE SUSTRATOS

Existen 3 tipos de desinfección de sustratos para cultivos Hidropónicos

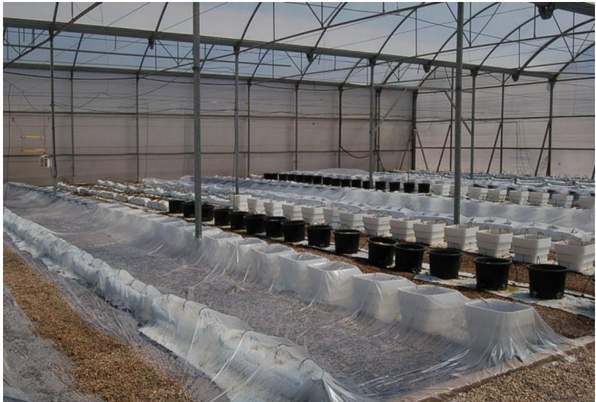
1. SOLARIZACIÓN

Proceso de desinfección dura de 30 a 40 días,

La superficie o el sustrato tiene q ser cubierto en su totalidad por un plástico transparente, previamente el sustrato tiene q estar húmedo y el invernadero debe ser completamente cerrado.

Por exceso de calor la superficie bajo plástico llega adquirir temperatura de 50 a 60°C llegan a morir todos los microorganismos en el medio.





2. DESINFECCIÓN CON HIPOCLORITO DE SODIO O LAVANDINA

Apto para arenilla y para cascarilla de arroz.

Remojar durante 24 horas en solución de agua con lavandina (1L Lavandina/ 100 Litros de agua).





3. DESINFECCIÓN EN VAPOR DE AGUA

Proceso rápido que el anterior método, apto para desinfectar sustratos orgánicos e inorgánicos.

Consiste en tener un turril o un barril de 200.0 L, en la base se echa agua 30.0-40.0L la cual al hervir cuece todo el sustrato q se encuentra sobre el agua, el lapso de desinfección dura de 30.0 a 40.0 minutos después que el vapor de agua haya salido a la superficie del contenedor.



VOLUMEN Y DIMENSIONES DE LOS CONTENEDORES DE SUSTRATOS




Los almácigos requieren una profundidad mínima 5.0 cm para el buen desarrollo radicular.

El recipiente q los contiene debe tener orificios en la base para que drene el agua de riego.




En la etapa definitiva la altura del sustrato puede variar de 7.0 cm a 10.0 cm para hortalizas de hoja (acelga, apio, espinaca, albahaca, etc.) y algunas hortalizas de fruto (tomate, pimiento, pepinillo, etc.).





Para raíces y/o tubérculos requiere una altura mínima de sustrato de 20.0 cm



Mangas de sustrato 31.0 litros de sustrato/manga
2.0 plantas por manga
100.0cmx25.0cm diámetro.



Mangas individuales de sustrato 17.0 litros de sustrato por cada planta

ENFERMEDADES MÁS COMUNES POR MAL MANEJO DEL SUSTRATO

Ante la presencia de Solución Nutritiva, y alta humedad relativa, temperaturas optimas con ambientes controlados dentro el invernadero es un ambiente ideal para el desarrollo y propagación de hongos y/o patógenos que causan problemas en el cultivo.

Lo cual significa que se debe hacerse un manejo adecuado de higiene y limpieza del medio.







Fusarium oxysporum *Pythium* *Damping Off*

PRODUCCIÓN DE ALMÁCIGOS Y PLANTINES DE ALTA CALIDAD



ALMÁCIGO EN SUSTRATO: INERTE Y ORGÁNICO

A continuación detallo el proceso de producción de almácigos y plantines para hidroponía hasta la última etapa de trasplante.

HORTALIZAS DE HOJA: LECHUGA

PRIMER MÉTODO DE ALMÁCIGO

Sustrato usado: 50% arena fina + 50% turba vegetal

Las hortalizas de hoja pueden ser almacigadas todos en forma conjunta y ceñida para luego ser trasplantada a tubos de cultivo, pasando o no por el proceso de trasplante intermediario (1er. Trasplante).

CARACTERÍSTICAS DEL RECIPIENTE CONTENEDOR

El recipiente del sustrato debe tener puntos de drenaje, por el cual drenará el exceso de riego, colocar una capa de malla Rashell o semisombra en la base y encima el sustrato, la altura mínima de sustrato debe ser al menos mínimo de 5.0 cm, previamente desinfectado.



8.0cm de profundidad de sustrato 50% arenilla + 50% tierra vegetal



Abrir surcos cada 5.0 a 8.0 cm de separación. 0.5cm de profundidad.



Las semillas se siembran en los surcos.



Cubrir los surcos del sustrato, regar con un atomizador,



Cubrir con papel periódico. Mantenerlo en un lugar que no llegue la radiación directa regarlo 1 a 2 veces/día con atomizador.




Al cabo de 3er. o 4to día destapar el periódico y sacar a un lugar donde llegue el 50% de radiación solar.



Plántulas con 5 días después de germinación



Pasado los 14 días, plántulas con 3 a 4 hojas verdaderas listas para el primer trasplante. Sacar cuidadosamente, lavar as raicillas con agua





Cortar cubículos de espuma poliuretano de 2.5x2.5x2.0cm, y envolver el cuello de las plátulas con la esponja.





Colocar las plántulas en celdas alveolares o celdas de germinación, las raicillas deben estar fuera de la esponja




Plántulas con 7 días después del primer trasplante




Plántulas con 14 a 15 días después de primer trasplante. (con 28 a 30 días después del almacigo)



Una planta de buena calidad tiene 4 a 5 hojas desarrolladas y raíz blanca

2DO. MÉTODO DE ALMÁCIGO:

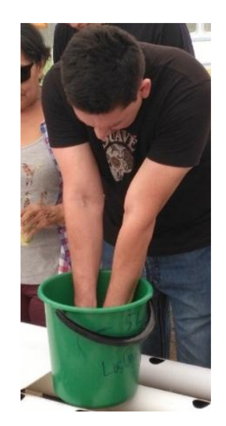
En espuma poliuretano





Con la ayuda de una regla y un estilete cortar el 70% del espesor de la esponja poliuretano en cuadros de 2.0cmx2.0cm o 2.5cmx2.5cm de dimensiones. Y con la ayuda de un cautín o un clavo caliente perforar los huecos para la siembra de la semilla.

Una vez preparada la placa de esponja, remojar con agua y escurrir el agua restante. No sobresaturar con agua la esponja, solo mantener húmedo.




Una vez escurrida el agua, sembrar 1 semilla por cada alvéolo o cada celda.
Regarla con atomizador y guardar en un lugar oscuro de 3 a 4 días
Verificar que al esponja esté siempre húmeda, no se debe secarse completamente.



Las pequeñas plántulas germinan de 3 a 4 días. Una vez que hayan germinado al menos colocar a luz pero bajo malla sombra al 50%. Que no llegue radiación directa. y regar, desde un costado. Evite regar agua de arriba, hazlo por un costado.



Las plántulas a desarrollarse de 25 a 30 días, en el mismo sistema, el riego tiene q ser frecuente al menos 2 veces al día.







Trasplante a los tubos de cultivo a los 30 días después del almacigo o siembra de semillas

OTRA FORMA DE ALMACIGAR ES EN ESPUMA FENÓLICA

Proceso de almácigo en espuma fenólica



Placa de espuma fenólica



Hacer los alvéolos para la siembra es fácil usando cabezas de pernos/tornillos

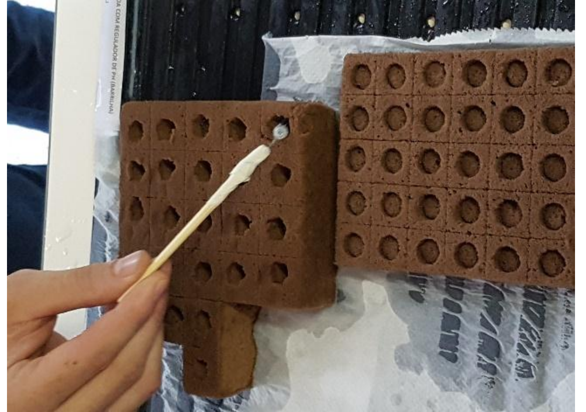


Un objeto tipo cucharilla para la siembra de las semillas.

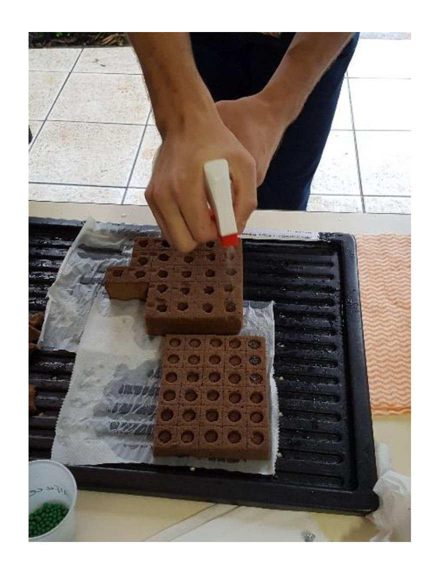


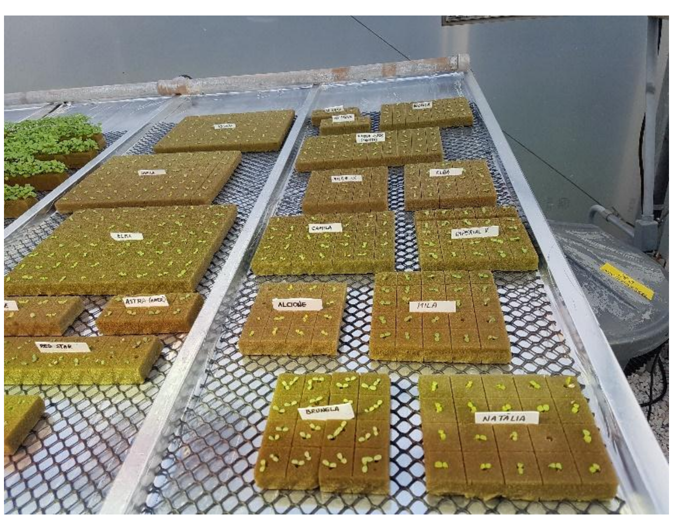
Semillas de lechuga (izq.) y semilla de rúcula (der.)





Siembra de semillas en celdas de espuma fenólica



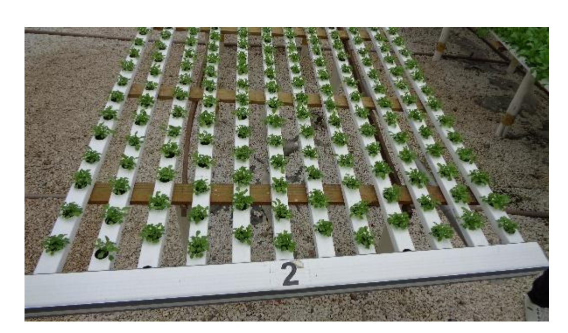


Regar con atomizador una vez de terminar de sembrar y llevar al área de germinación



Las semillas de rúcula por su baja porcentaje de germinación deben sembrarse 15.0 a 18.0 semillas por cada alvéolo.

Mientras que las semillas de lechuga sólo una semilla por alvéolo de la espuma fenólica.





Trasplante definitivo a canales de cultivo

ALMÁCIGO DE TOMATE EN SUSTRATO

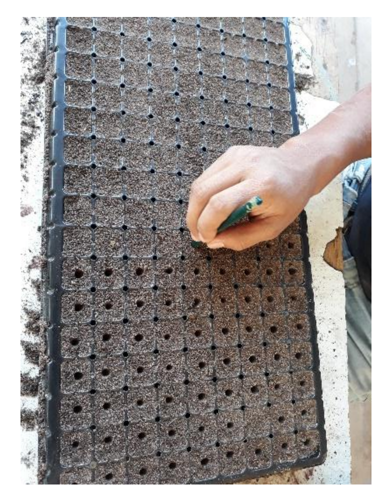
Tipo de sustrato: 50%arenilla + 50% turba vegetal



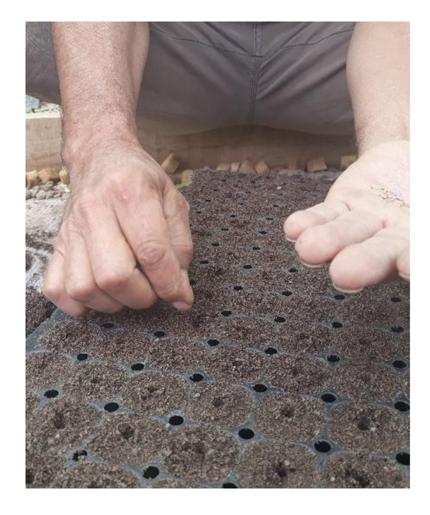
Usar sustrato 50% arenilla + 50% turba o tierra vegetal previamente ambas cernidas o tamizadas, (desinfectadas)



Rellenar las celdas de germinación y compactarlas levemente



Con la ayuda de un bolígrafo o un objeto abrir agujeros en medio de las celdas con una profundidad máxima de 1.0cm



Sembrar las semillas, 1 semilla por alvéolo luego cubrirlas cuidadosamente con el mismo sustrato.



Regar con un atomizador o una regadera con gotas finas, evite e gotas grandes.

Una vez regada, colocar en un lugar donde la temperatura sea de 20 a 25°C. Regar todos los días. Mantener temperaturas nocturnas de 18 a 20 °C.

GERMINACIÓN




Condiciones: colocar en un ambiente protegido de radiación directa o bajo malla de 35% a 50% de sombra.

Riego: todos los días, evitar regar con gotas grandes

Riego: Todos los días, mejor en horarios de la mañana o en la tarde, procure no regar después de puesta del sol, podría favorecer el ataque de hongos.




Plántulas con 7 días después de germinación (o 15 días después de la siembra).



Plántulas con 20 días después de germinación.



Trasplante a vasos de 6.0 u 8 onzas Permanece 10 días en estas condicione.



Trasplante definitivo a mangas de sustrato 30 días después de siembra o almácigo de semillas.

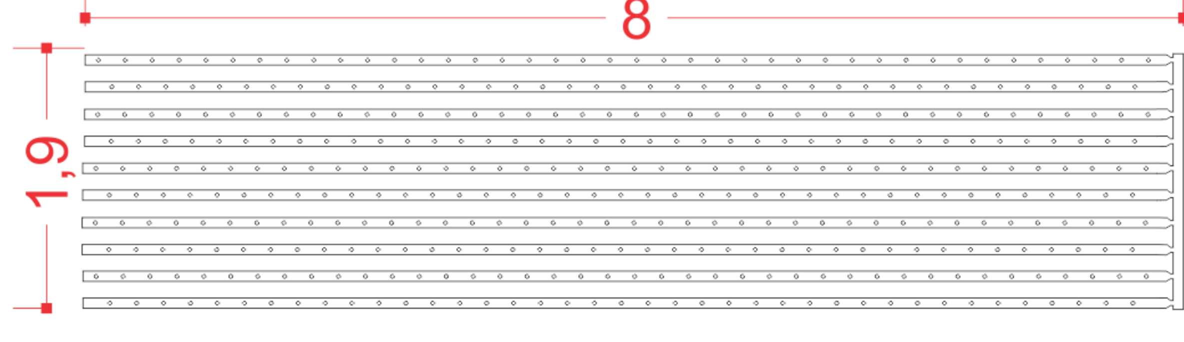
DIMENSIONAMIENTO TÉCNICO DE INSTALACIÓN DEL SISTEMA RECIRCULANTE

SISTEMA MIX

COMPONENTES DE UN SISTEMA HIDROPÓNICO SISTEMA RECIRCULANTE

Los componentes principales del sistema hidropónico son lo siguiente.

1. BANCADAS DE PRODUCCIÓN
   Bancadas de producción es un conjunto de 8 a 10 tubos de cultivo puestas juntas (máximo 10 tubos de cultivo por bancada).



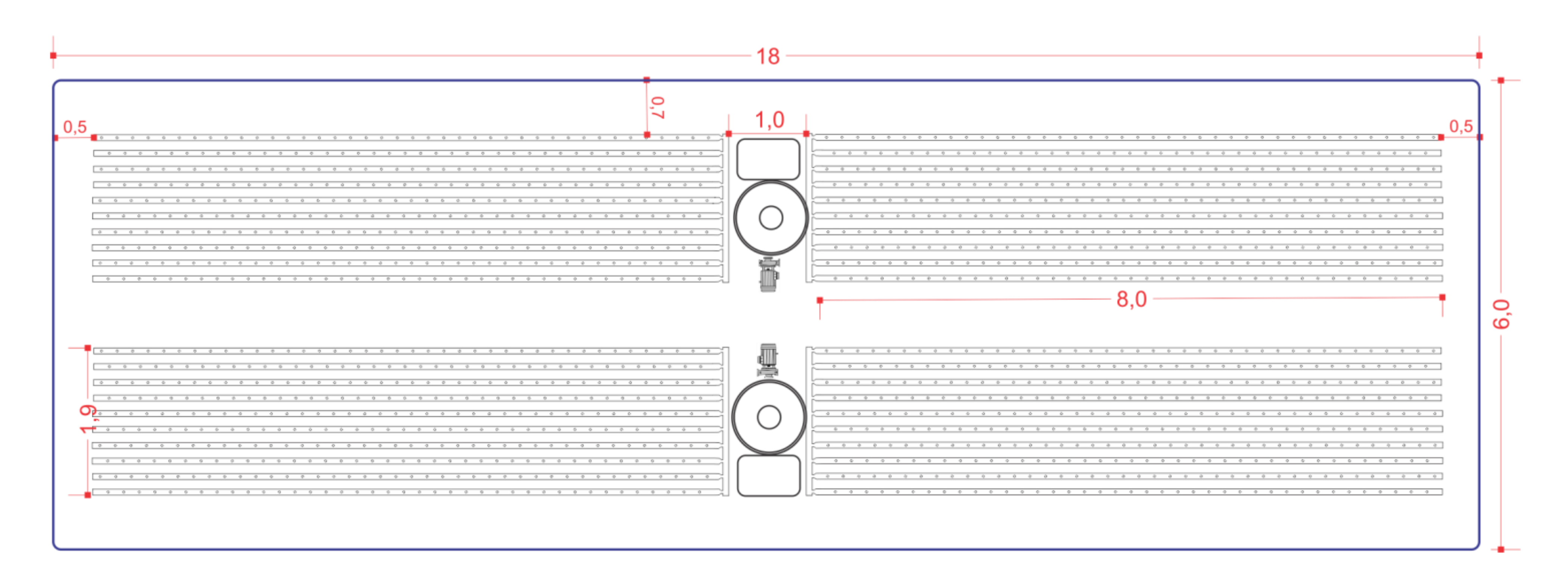


Instalación de bancadas de producción de lechuga en Warnes km 37.0 Santa Cruz



Instalación de bancadas de producción de lechuga en Pampa San Miguel 1-Cochabamba

Distribución de 4 bancadas de producción en 108 m2 (18.0x6.0m)



1.1. TUBOS DE CULTIVO

Los tubos de cultivo son de material de plástico, Tubería PVC sanitario/desagüe de 3 pulgadas de diámetro

1.2. LONGITUD RECOMENDADA DE TUBOS DE CULTIVO

Los tubos de cultivos, cuanto más cortó, más mejor por las siguientes razones:

- Mayor disponibilidad de Oxígeno Disuelto (OD) ideal para la lechuga 3.0 a 4.0 ppm OD/L de Solución Nutritiva.
- Mayor renovación de Solución Nutritiva en los tubos de Cultivo.

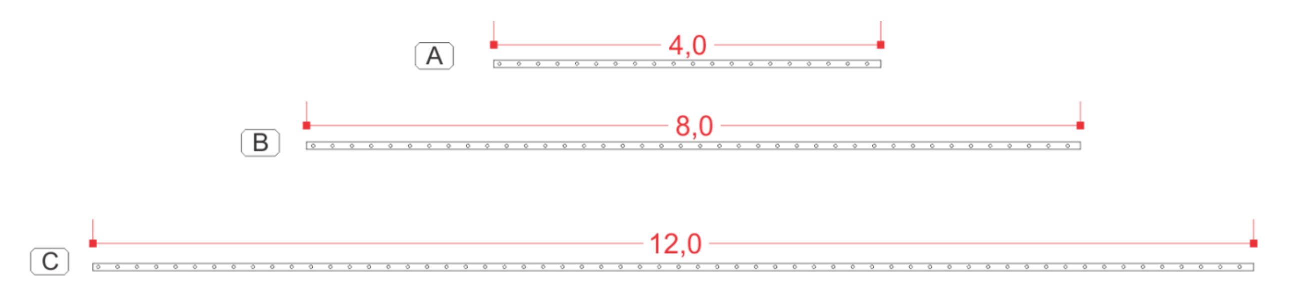
Sin embargo, existe una desventaja, cuanto más corto son los tubos de cultivos se requerirá más accesorios en la instalación implicando mayores costos en inversión.

En la Figura X, se describe tres diferentes dimensiones de tubos de cultivo:

Longitud de tubo de cultivo menor o igual a 4m, mayor oxigenación de Solución Nutritiva (SN) y mayor disponibilidad de Oxígeno Disuelto (mg OD/L de SN).

El tubo de cultivo de cultivo C. longitud mayor o igual a 12m, conforme a lo que va avanzando la SN, el OD disminuye a razón las plantas van consumiendo a lo largo del recorrido y también la renovación de SN dentro del tubo es más lento. (No recomendable mayores a 12 m en condiciones del valle en Bolivia).

El tubo de cultivo B es más ideal y la dimensión más usada en Bolivia (8m), una longitud ideal para zonas frías, templadas y cálidas de Bolivia.



Diferentes longitudes de tubos de cultivo.







Tubos de cultivo mayor a 12.0m Perú

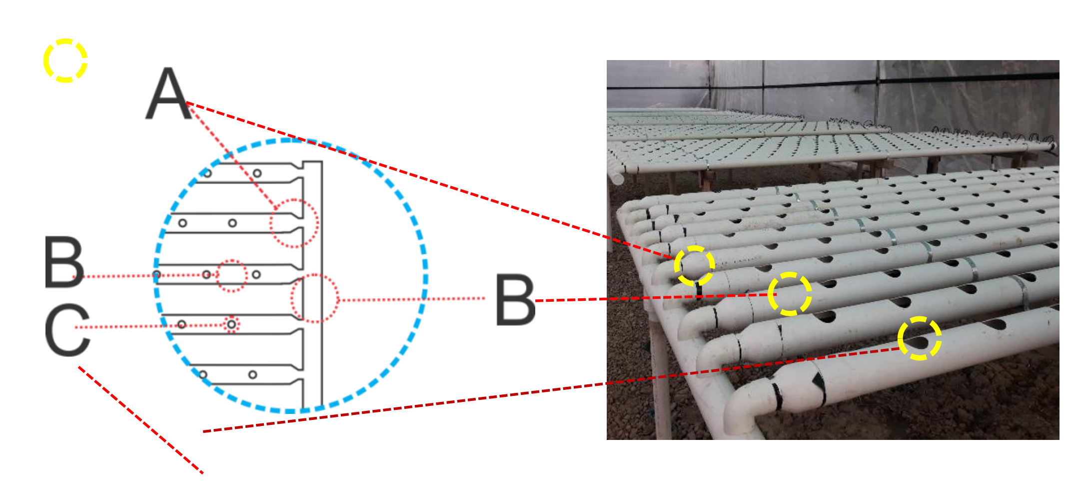
Tubos de cultivo menor a 4.0m Lima-Perú



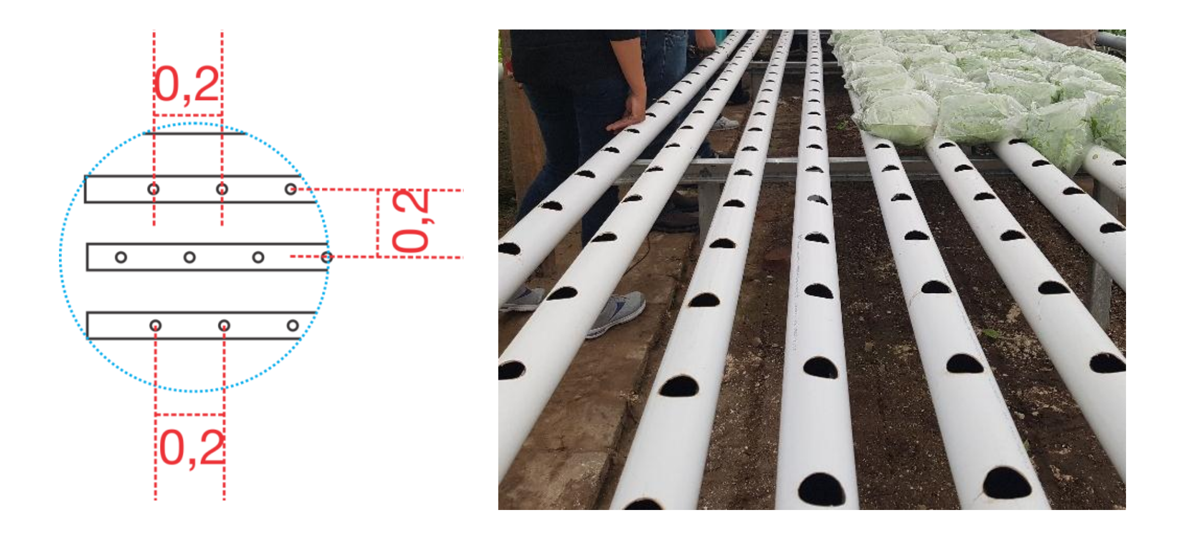
Tubos de cultivo de 8m Santa Cruz y

1.3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y DIMENSIONES DE TUBOS DE CULTIVO.

Se usan tuberías PVC de desagüe/sanitario



A. Reductor desagüe de 3 a 2 pulgadas de diámetro.
B. tubería de desagüe 3 pulgadas de diámetro.
C. Diámetro de alvéolo de cultivo 50,9 mm.



Las separaciones entre alvéolos de cultivo, la distancia ideal es de 20.0cm de tubo a tubo y en el mismo tubo de cultivo.

Diámetro de los alvéolos 51cm



Se presentan dos tipos de reductores, yo personalmente prefiero la de derecha, por mayor eficacia en instalación y funcionalidad. (Izq. Reductor de PLAMAT y Der. Reductor de PLASMAR-Tigre)



A. Reductor desagüe PVC de 3 a 2 pulgadas de diámetro.
B. Codo desagüe PVC de 2 pulgadas.

2. TANQUE O RESERVORIO DE SOLUCIÓN NUTRITIVA.

El tanque juega un rol muy importante en hidroponia, es el principal que se encarga de almacenar la Solución Nutritiva, la cual normalmente está en subsuelo por las siguientes razones:

- La Solución Nutritiva recircula y por lo tanto el tanque debe estar en un punto más bajo para que la SN regreso,
- Al estar enterrado en subsuelo el calentamiento de la Solución Nutritiva es menos, se mantiene con temperatura baja la Solución Nutritiva. (ideal de 15 a 25°C).
- Al regresar la SN se genera turbulencia permitiendo mayor oxigenación y mayor Oxígeno Disuelto.





Instalaciones de diferentes volúmenes de tanque, almacenaje de Solución Nutritiva.

2.1. ESPECIFICACIONES PARA SELECCIÓN DEL TANQUE DE LA SOLUCIÓN NUTRITIVA (SN).

El volumen del tanque (tamaño del tanque) es de acuerdo a la cantidad de plantas o cabezas de lechuga a producir.

El volumen del reservorio se dimensiona de la siguiente manera.

Por cada planta o cabeza de lechuga a producir se debe tomar en cuenta de 0.5 a 1.0 litro de volumen del tanque para instalar.

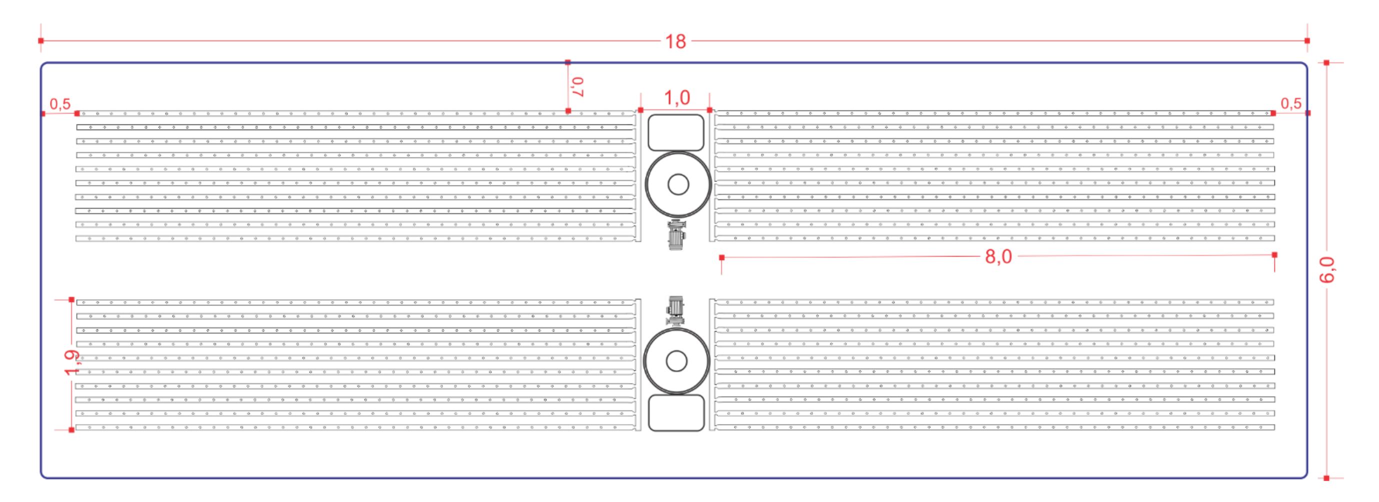
N° de cabezas de lechuga	Volumen de agua por cada planta	Volumen del tanque	Volumen a escoger (*)
< a 390 plantas	0.5 a 1.0 Litro/ cabeza	< 200 L	-----
390cabezas	0.5 a 1.0 Litro/ cabeza	195L a 390 L	300 L
390 a 780 cabezas	0.5 a 1.0 Litro/ cabeza	390 L a 780 L	650 L

1560 cabezas	0.5 a 1.0 Litro/ cabeza	780 L a 1560 L	900 L
2340cabezas	0.5 a 1.0 Litro/ cabeza	1170 a 2340 L	1500 L

(*) Según el criterio del autor, sin embargo existen varias empresas que comercializan tanques de agua.

En el siguiente figura: En una superficie de 108 m2, un total de 4 bancadas, un tanque de 450 L para cada 2 bancadas de producción, sin embargo otro persona puede escoger un tanque de 650 L, está perfecto, sólo el costo de adquisición será un poco más elevado.

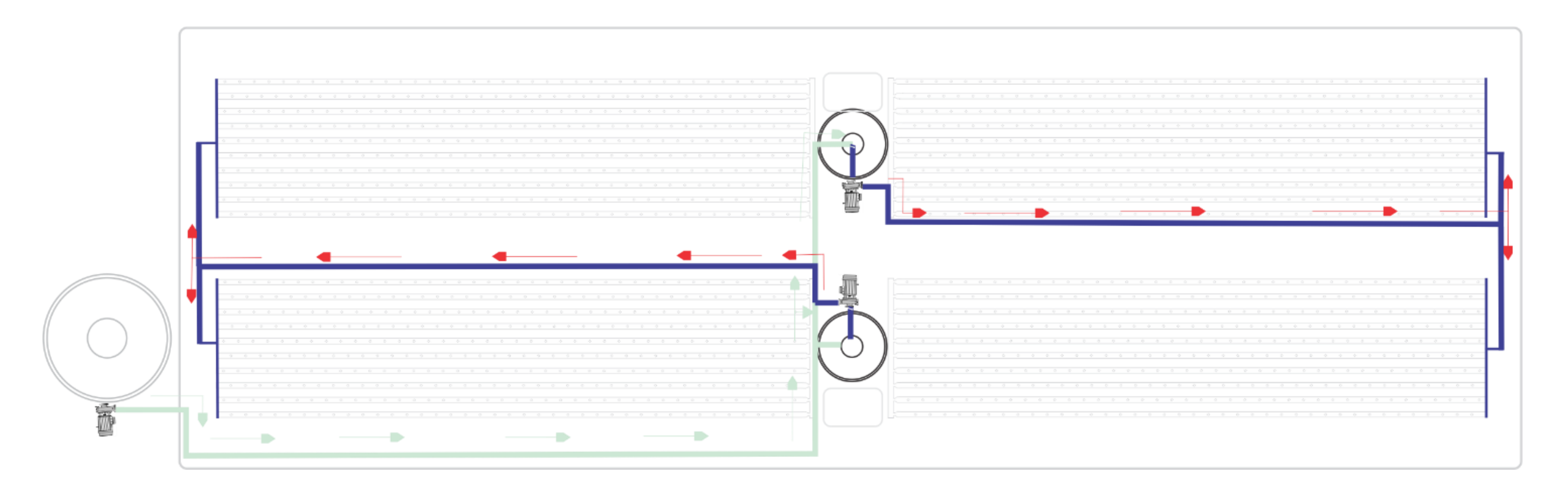
La razón por la que está separado en dos tanques es por la facilidad de manejo, desinfección, sin embargo, existen varios productores que sólo instalan una electrobomba y un solo tanque, lo cual no significa q esté mal diseñado e instalado, sólo la inconveniencia es en la producción, porque en el mismo sistema existen plantas de diferentes edades y así un poco la desinfección e higiene es más costoso lo cual podría implicar a aparición de hongos y otros microrganismos patógenos como *Phytium*



2.2. RED DE DISTRIBUCIÓN PRIMARIA DE RIEGO A BANCADAS

En la figura se muestra la red de distribución de riego de Solución Nutritiva a los bancadas de producción, 2 bancadas por cada tanque de SN, la Solución Nutritiva es impulsada por una electrobomba de superficie.

La red de distribución principal está formada una matriz de cañería de presión PVC de 1 pulgada de diámetro.



A partir de los tanques de almacenaje de Solución Nutritiva, las electrobombas distribuyen la Solución Nutritiva a través de las cañerías de 1.0 pulgada de diámetros y estos a la vez es repartido a cada uno de los bancadas a través de Ecotubo de 20.0 mm y distribuidos a los tubos de cultivo mediante los micro tubos de 6.0mm.

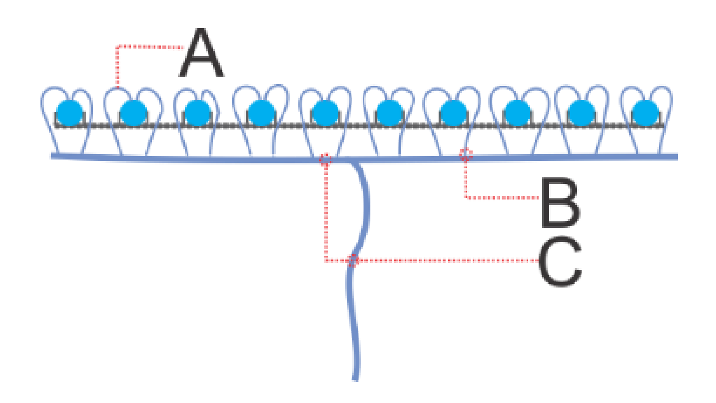
2.3. RED DE DISTRIBUCIÓN SECUNDARIA DE RIEGO A TUBOS DE CULTIVO

A partir de la matriz principal la Solución Nutritiva se distribuye a cada uno de los tubos de cultivo con micro tubos de PE de 6x4mm las cuales son unidas por un conector bilabial de 8mm al Eco tubo de 20mm

Especificaciones técnicas de riego.

A cada tubo de cultivo tiene q entrar al menos de 1.5 a 2 litros de SN/minuto y garantizar el oxígeno disuelto de 3.0 a 4.0 ppm de OD/L.

Existen equipos para medir el OD, lo cual tiene un costo elevado muchas veces no es accesible para el productor, empresario o emprendedor, y una de las formas prácticas de garantizar el OD es permitir el ingreso de SN de 1.5 a 2.0 L de SN/minuto/tubo de cultivo.





A: Micro tubo de 6x4mm de diámetro

B: Conector labial de 8mm (unión de micro tubo con eco tubo).

C: Ecotubo de 20.0mm

2.4. DIÁMETRO DE LAS SALIDAS DE TUBO DE CULTIVO

Los diferentes diámetros de las salidas del tubo de cultivo influyen en gran escala en la renovación de la solución nutritiva dentro del tubo de cultivo.

Recomiendo siempre que la salida sea comprendida entre 1.0 a de 2.0 pulgadas de diámetro. En todas las instalaciones que hicimos siempre pusimos de 2.0 pulgadas de diámetro por la disponibilidad del material en la dimensión descrita.

VENTAJAS

Mayor renovación de SN

Mayor oxigenación

No existen rebalses SN

No existen limitaciones en ingreso de SN de 1.5 a 2.0 L/min/tubo de cultivo.

Mayor desarrollo radicular, mayor respiración.

Pero todos sabemos, que todo sistema podría presentar algunas desventajas sin es que no se hace una correcta instalación o no se siguiera el procedimiento correcto.

TENER EN CUENTA:

Salidas de 1 a 2 pulgadas de diámetro

La pendiente del tubo de cultivo tiene que ser 0% (cero por ciento) cualquier imperfección aunque sea en 1cm puede generar partes del tubo de cultivo no tenga uniforme la distribución de SN.

Cuando las salidas son 2 pulgadas el diámetro de los porta vasos y/o plantas tiene que tener un diámetro de 51.0mm (broca circular de 51.0 mm), inferiores a este valor, la raíz puede tener dificultades en entrar en contacto con la SN. La

falta de contacto de raíz con SN genera deshidratación de la raíz y muerte de la plántula.







A: Salidas de 20.0 mm de diámetro o menor a 20.0 mm.

B: Salidas con reductor de 3.0 a 1.0 pulgada de diámetro.

C: Salidas con reductores de 3.0 a 2.0 pulgadas de diámetro.

Personalmente prefiero instalar con salidas entre 1 a 2 pulgadas. Y son las últimas modificaciones que realizamos para un mejor funcionamiento del sistema.

2.5. PENDIENTE DE LOS TUBOS DE CULTIVO

Los tubos de cultivo tienen una pendiente de 0%, eso significa que la SN sale por rebalse del tubo de cultivo, por tal razón, en la base del tubo siempre queda una lámina de 1.0 a 3.0 cm de agua o Solución Nutritiva.

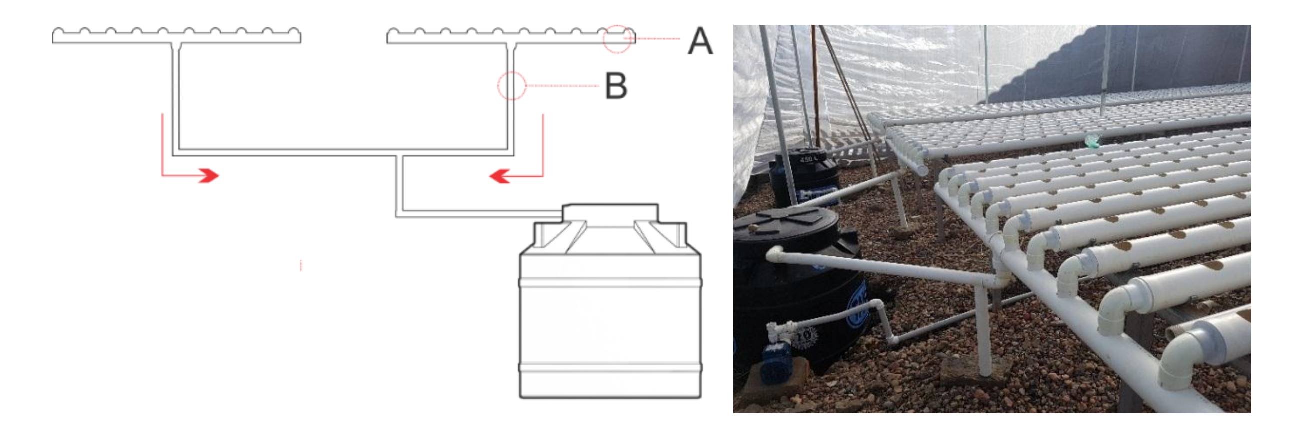






2.6. RETORNO DE LA SOLUCIÓN NUTRITIVA HACIA EL TANQUE

Diagrama de tubería de recolección de la solución nutritiva que lleva de retorno al tanque

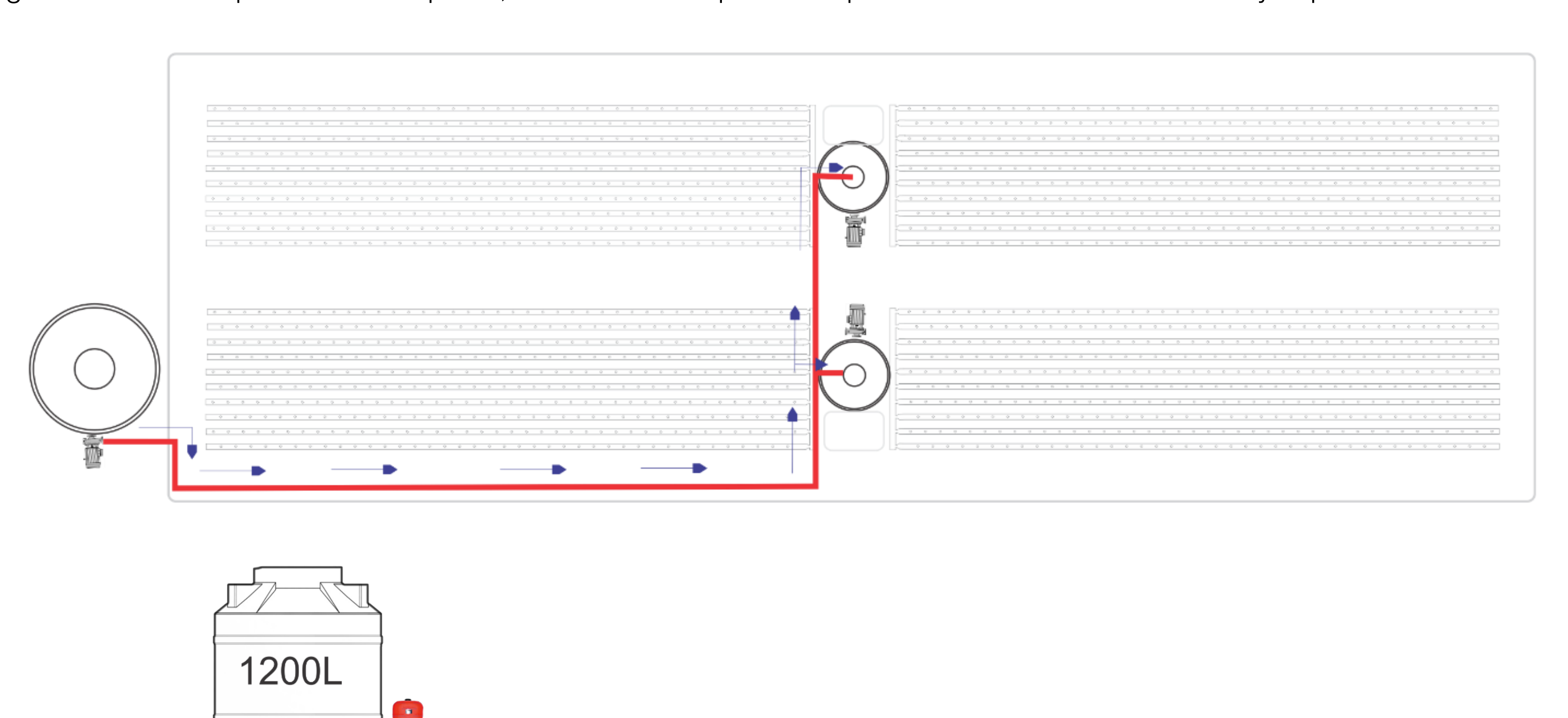


A: Tubo recolector de 3 pulgadas de diámetro PVC sanitario/desagüe

B: Tubo recolector de 2 pulgadas de diámetro PVC sanitario/desagüe

3. SISTEMA DE TRATAMIENTO DEL AGUA

El agua es la materia prima en Hidroponía, conocer la composición química de este elemento es muy importarte.



El sistema costa de una tanque madre de 1200 L de capacidad de volumen, en el cual se hace el tratamiento del agua, hasta que el pH baje a 6.5 -6.3 (eliminación de carbonatos y bicarbonatos) y luego recién ser distribuidos por una red impulsada por una electrobomba hacia los tanques y luego preparar la Solución Nutritiva.

4. CABALLETES O PIES DE SOPORTE DE LOS TUBOS DE CULTIVO

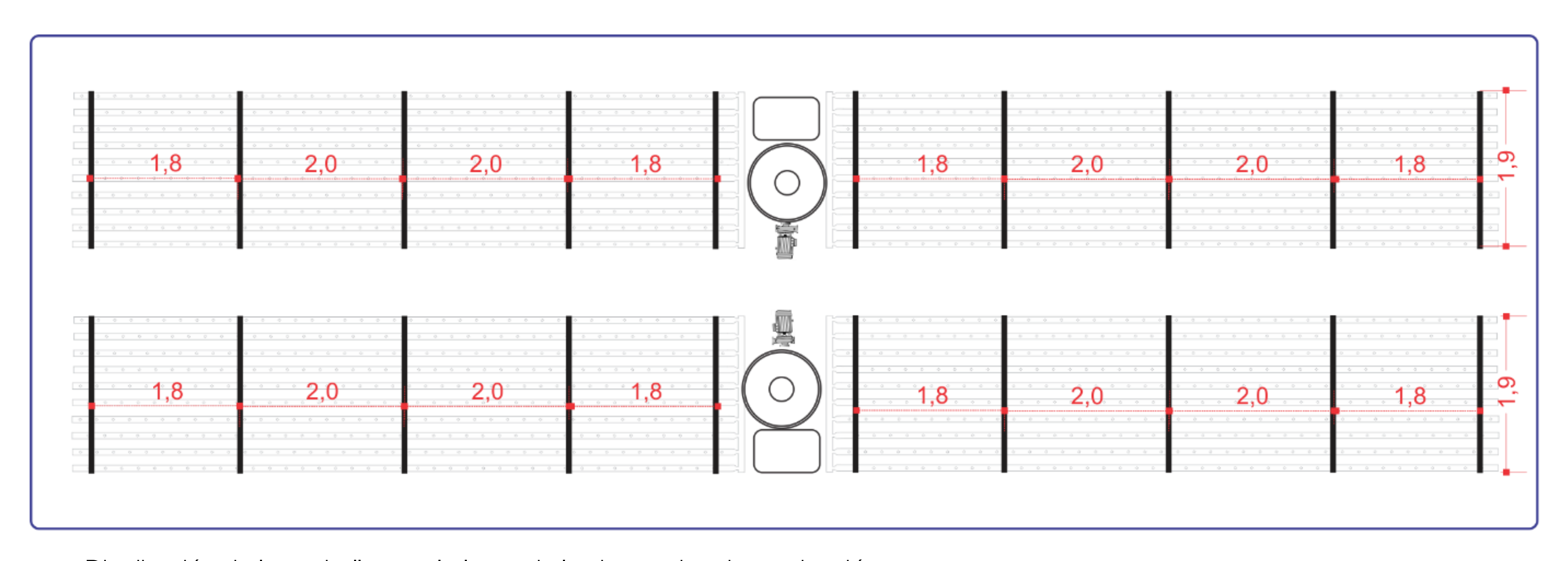
Los caballetes: estructuras de soporte de los tubos de cultivo, el material puede ser de Madera, Hierro corrugado/acero o de fierro galvanizado, la elección del material depende de la persona que va instalar según la disponibilidad económica, sea una instalación fija o una instalación móvil.

La altura del caballete fluctúa entre 60 a 80 cm más recomendad para mejor trabajo (trasplante, cosecha, lavado, desinfección, etc.)

En el siguiente figura se describe las distancias optimas entre los caballetes, cada bancada de 8.0m tiene 5 caballetes separados de 2.0 m los intermediarios y los extremos a 1.8m con propósito de facilidad en manipuleo (lavado, desinfección, colocado, etc.).

RECOMENDACIONES

Las distancias máximas entre los caballetes es de 2.0 m como máximo, mayores a este valor el tubo de cultivo tiende a arquearse por el peso, dificultado la circulación de la Solución Nutritiva



Distribución de los caballetes a lo largo de las bancadas de producción

4.1. TIPOS Y MODELOS DE CABALLETES DE LAS BANCADAS DE PRODUCCIÓN

Caballetes de Perfil Galvanizado PGC de 60x30x1mm



Caballetes de madera, cuya durabilidad es menor a 2 años dependiendo de la dureza de la madera y el cuidado que se le dá



Caballetes de hierro corrugado de ½ pulgada y de 3/8 de pulgada de diámetro, personalmente recomiendo por la facilidad transportar de un lugar para otro.







5. AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO

Un sistema de automatización simple pero sumamente eficiente tiene las siguientes componentes

DISYUNTOR TÉRMICO

Interrumpe cuando la intensidad de la corriente eléctrica por el cual circula exceda de un determinado valor de 220 V, con el objetivo de no causar daño a los objetos eléctricos conectados

PROGRAMADOR O *TIMER*

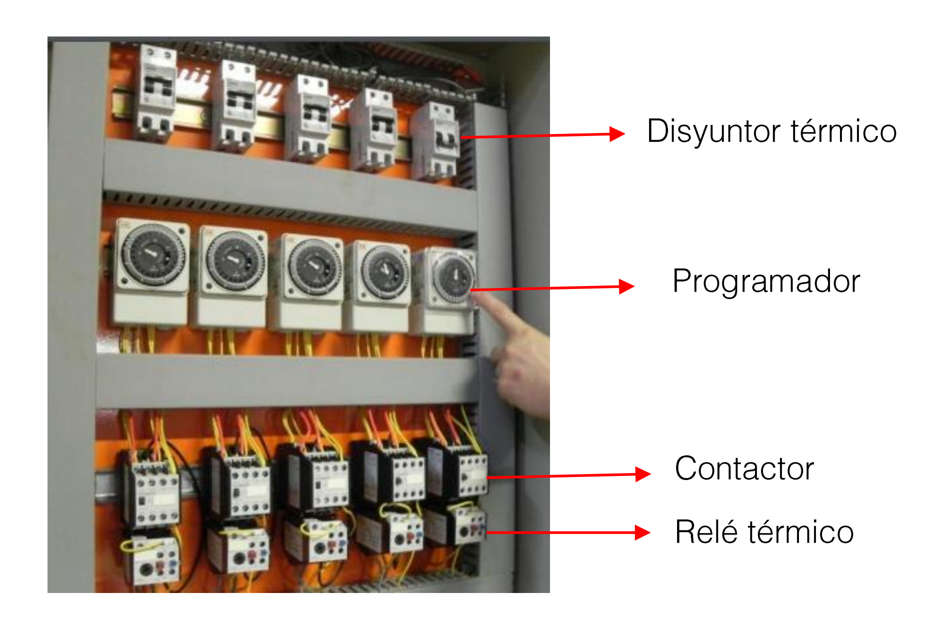
Existen dos tipos de programadores digital y analógico: yo personalmente prefiero un programador digital. El programador es el responsable de controlar los tiempos de prendido o apagado de la electrobomba.

CONTACTOR

La función que cumple es proteger al programador debido a la alta demanda de electricidad en el arranque de la electrobomba

RELÉ TÉRMICO

Protege el motor (electrobomba) contra la sobrecarga



INSTALACION PARA CULTIVOS EN SUSTRATO INERTE

INSTALACIÓN DE SISTEMA HIDROPÓNICO

CULTIVO DE TOMATE EN SUSTRATO INERTE

Instalación de sistema hidropónicos para cultivos en sustrato



Nivelación del terreno



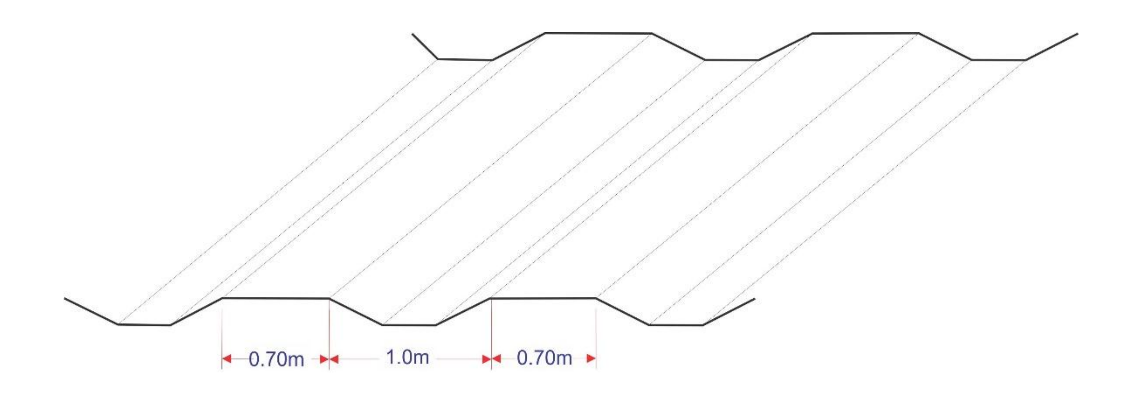
Marcado de surcos para apertura de canales



Construcción de canales de drenaje y camellones para mangas



Toda las partículas o terrones deber ser desmenuzados y nivelados para evitar el deterioro del plásticos que se cubrirá más adelante.



Dimensiones de las surcos y canales de drenaje




Una vez que haya sido nivelado el terreno. Cubrir el suelo con plástico lechoso o blanco de 200 micrones o 800 galgas de grosor, con el fin de evitar el desarrollo de hierbas exceso de humedad que pueda favorecer el desarrollo de algas. Y hongos

Echar gravilla para a los pasillos



Los canales de drenaje deben tener una pendiente de 0.5 a 1% para salida del agua, exceso de drenaje.





Colocado de mangas de sustrato



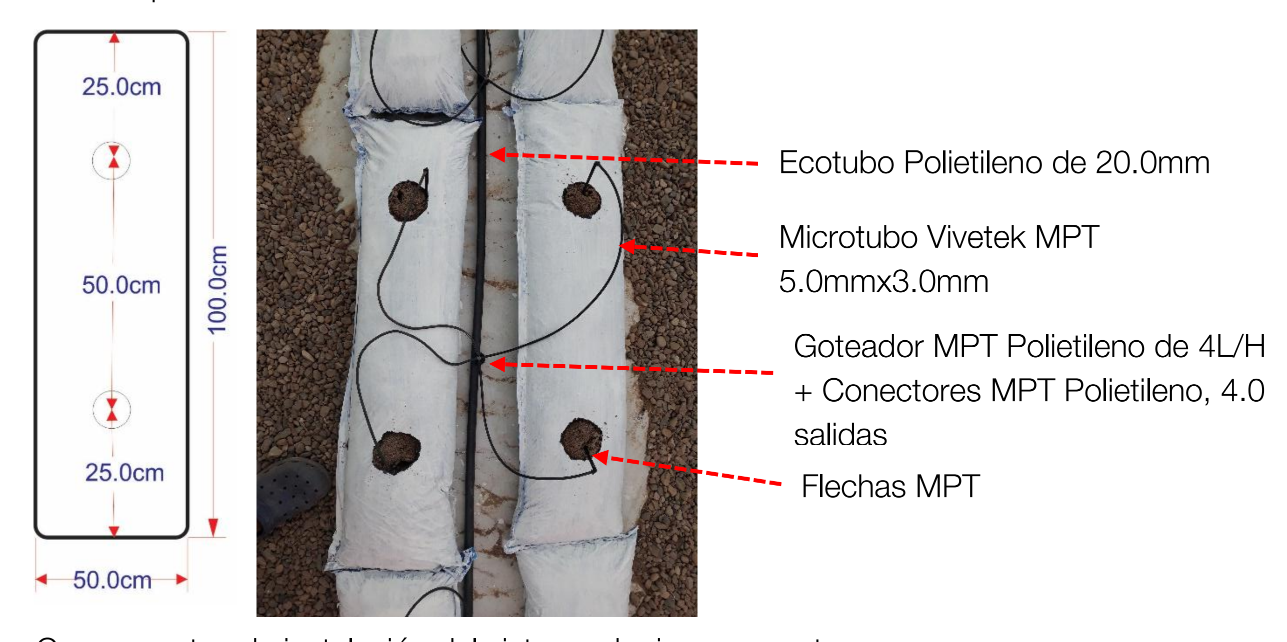


Como las mangas son de color plástico azul pintar con pintura látex lavable color blanca para evitar la absorción del calor. (Existen mangas bicolores, las cuales ya no necesitan ningún proceso de pintado)





Con un estilete o algún objeto puntiagudo abrir huecos para el trasplante de los plantines de tomate



Componentes de instalación del sistema de riego por goteo

DETALLES DE LOS ACCESORIOS DEL SISTEMA DE GOTEO



GOTEADOR MPT

Material	: Polietileno
Caudal	: 4L/h
Presión de trabajo	: 0.6 a 7.0 bar



CONECTORES MPT, 4 SALIDAS

Material	: Polipropileno
Protección	: U.V.



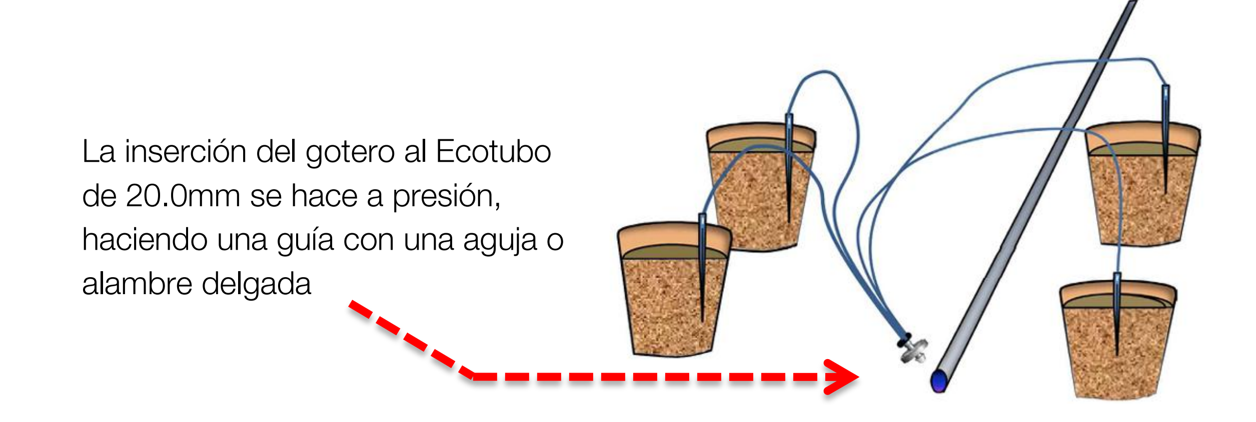
PIQUETE/FLECHAS MPT

Material	: Polietileno



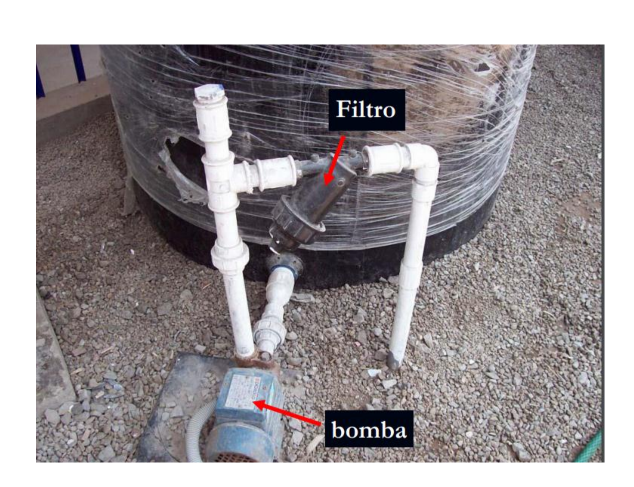
MICROTUBOS VIVETEK MPT

Medida Rollo	: 500 m
Material	: PVC 100% virgen
Diámetro/Exterior	: 5.0 mm
Diámetro/Interior	: 3.0 mm
Vida útil	: 7 años
Presión de trabajo	: hasta 8.0 Bar.





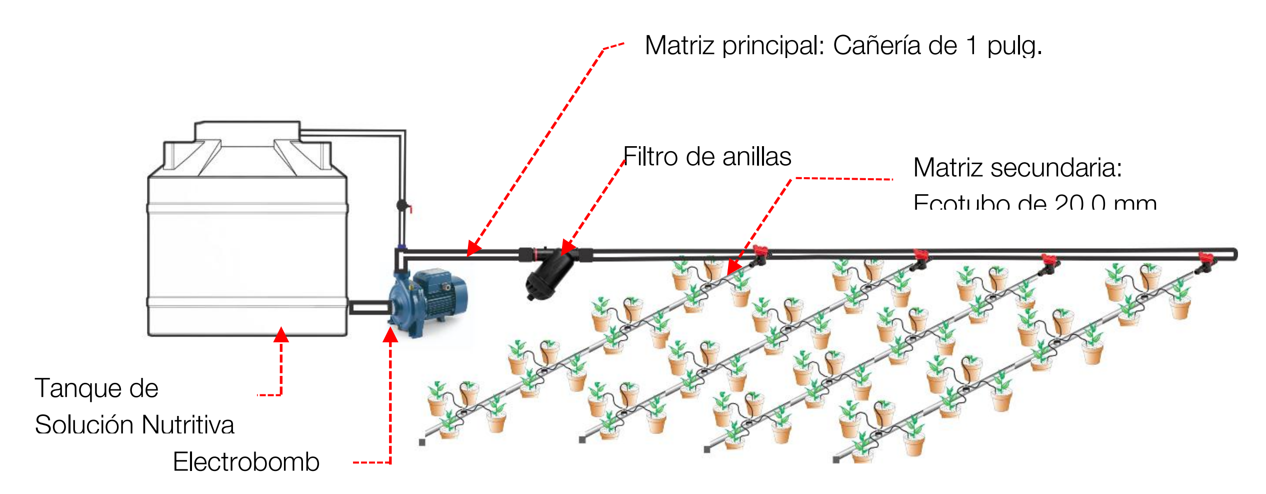
ELECTROBOMBA Y TANQUES DE AGUA



Filtro.

Electrobomba

Tanque de solución nutritiva



Esquema simplificado de la instalación del sistema de riego

AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO

Un sistema de automatización simple pero sumamente eficiente tiene las siguientes componentes.

DISYUNTOR TÉRMICO

Interrumpe cuando la intensidad de la corriente eléctrica por el cual circula exceda de un determinado valor de 220 V, con el objetivo de no causar daño a los objetos eléctricos conectados

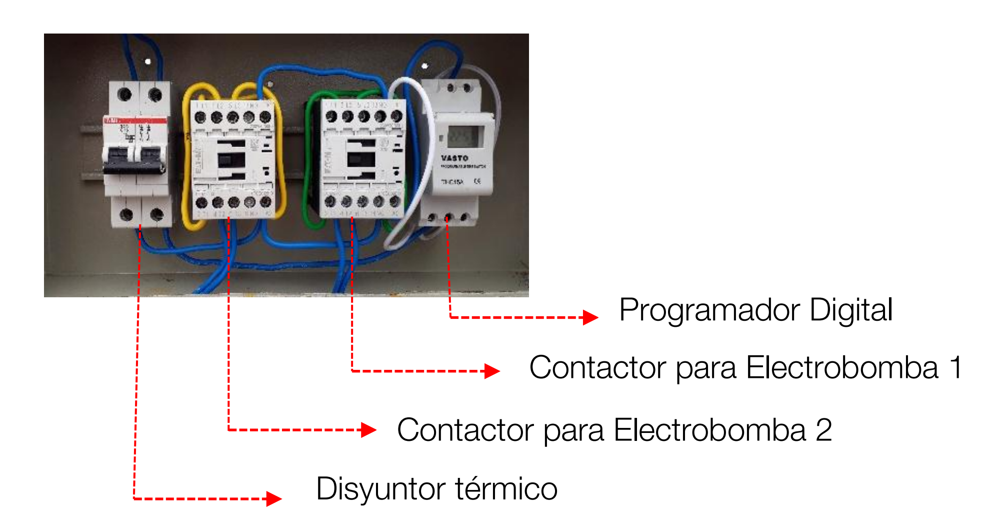
PROGRAMADOR O *TIMER*

Hay dos tipos de programadores digital y analógico: yo personalmente prefiero un programador digital. El programador es el responsable de controlar los tiempos de prendido o apagado de la electrobomba.

CONTACTOR

La función que cumple es proteger al programador debido a la alta demanda de electricidad en el arranque de la electrobomba

RELÉ TÉRMICO: protege el motor (electrobomba) contra la sobrecarga



Esquema de instalación del sistema de automatización de riego (2 o más electrobombas pueden ser conectadas a un solo programador o *timer*, pero obligatoriamente cada electrobomba debe contar con un contactor

SOBRE EL AUTOR



René Cabezas Albarracín

Agrónomo de profesión, titulado en 2015 de Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias de la Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba-Bolivia.

En año 2014 inicio su tesis de investigación en Hidroponía, bajo asesoramiento del Ing. M.Sc. José Gino Aguirre Villarroel y Tèc. Simón Rojas Espinoza.

EXPERTO EN: Producción de Cultivos Sin Suelo y Nutrición Mineral

RETO LOGRADO: Fundador de IIITAM (Instituto de Investigación e Innovación Tecnológica en Agricultura Moderna).

TRABAJA EN: Consultor en instalación, producción de cultivos sin suelo (HIDROPONÌA) y Nutrición Mineral

WhatsApp: 78341513

Gmail :cabezas90@gmail.com

Facebook :@cabezashidroponía

Youtube :ReneCabezas

Instagram :renecabezas

Pinterest :recabezas90

Twitter :ReneCabezasAlba